

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою  
Кафедра екології, технології захисту навколишнього  
середовища та лісового господарства

**05-02-328М**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

з навчальної дисципліни **«Біологія» (модуль 1)**  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)  
рівня за освітньо-професійною програмою «Екологія»  
спеціальності 101 «Екологія» та «Технології захисту  
навколишнього середовища» спеціальності 183  
«Технології захисту навколишнього середовища»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-  
методичною радою з  
якості ННІ агроєкології та  
землеустрою  
протокол № 8 від  
18.05.2021 р.

Рівне – 2021

Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Біологія» (модуль 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2021. – 78 с.

Укладач: Бедункова О. О., д.біолог.н., доцент, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»

Вознюк Н. М.

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Статник І. І.

© Бедункова О. О., 2021

© НУВГП, 2021

## ЗМІСТ

Тема 1	Хімічний склад та молекулярна організація клітин.....	4
Тема 2	Єдність структурно-функціональних особливостей живого.....	16
Тема 3	Процеси самооновлення та саморегуляції в біологічних системах. Клітина як цілісна система.....	28
Тема 4	Клітинні і неклітинні форми життя.....	36
Тема 5	Організменний рівень організації життя. Форми розмноження організмів.....	40
Тема 6	Фізіологічні функції рослинного організму їхні взаємозв'язки, регуляція та пристосування.....	46
Тема 7	Адаптація та механізм стійкості рослин.....	54
Тема 8	Сучасні уявлення про природну систему тваринного світу. Основи екології тварин.....	59
Тема 9	Морфо-фізіологічні та екологічні особливості тварин різних систематичних груп.....	65
Література.....		75

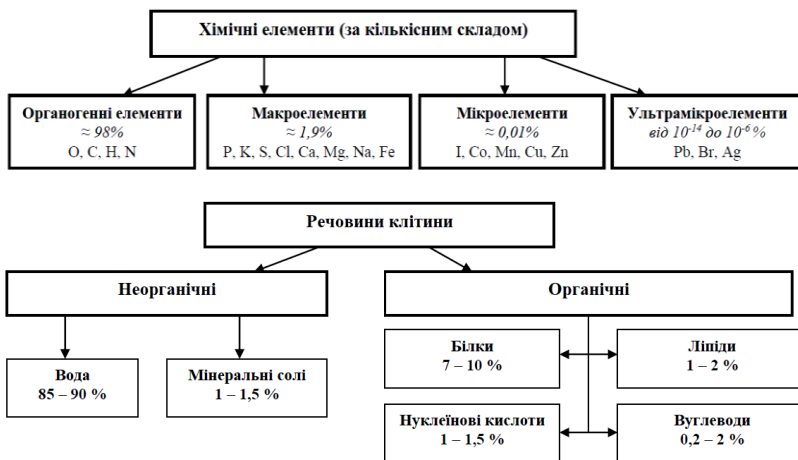
# ТЕМА 1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА МОЛЕКУЛЯРНА ОРГАНІЗАЦІЯ КЛІТИН

## План

1. Елементарний склад живих організмів
2. Неорганічні речовини
3. Органічні речовини
4. Ферменти
5. Нуклеїнові кислоти

### 1. Елементарний склад живих організмів

Подібність елементарного хімічного складу клітин усіх організмів свідчить про єдність живої природи. У складі живих організмів є ті самі хімічні елементи, що складають об'єкти неживої природи. Однак їх співвідношення у живому та неживому неоднакові. Хімічні елементи, які входять до складу клітин і виконують біологічні функції, називаються біогенними.



### 2. Неорганічні речовини

Із неорганічних сполук у клітині найбільше води. Чим вища інтенсивність обміну речовин у тій чи іншій тканині, тим більше вона містить води. Вода виконує в клітинах багато функцій: збереження об'єму, забезпечення пружності клітин,

розчинення різних хімічних речовин. Крім того, вода це середовище, в якому відбуваються всі хімічні процеси. Вона безпосередньо бере участь в усіх хімічних реакціях. Так, розщеплення жирів, вуглеводів та інших органічних сполук відбувається в результаті хімічної взаємодії їх з водою. Завдяки високій теплоємності вода захищає цитоплазму від різких коливань температури, сприяє терморегуляції клітин і організму. Частина молекул води (~15 %) у клітинах перебуває у зв'язаному з білковими молекулами стані. Вони ізолюють білкові молекули одну від одної в колоїдних розчинах.

Мінеральні солі у великій кількості містяться у клітинах опорних органів - черепашок, хітинових панцирів, кісток. У цитоплазмі інших клітин багато солей перебуває в дисоційованому стані у вигляді катіонів і аніонів -  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$  та ін.

Від концентрації солей залежить надходження води у клітину, бо клітинна мембрана проникна для молекул води і непроникна для багатьох великих молекул та іонів. Якщо в навколишньому середовищі міститься менше іонів, ніж у цитоплазмі клітини, то відбувається надходження води в клітину до вирівнювання концентрації солей (осмос).

Наявність солей у цитоплазмі визначає її буферні властивості - здатність підтримувати сталі значення рН (близьке до нейтральної реакції), хоча в процесі обміну речовин безперервно утворюються кислотні й основні продукти.

### ***Елементи, що входять до складу живих організмів***

Елемент	Символ	Вміст (%)	Значення для клітини й організму
Карбон	C	15-18	Головний структурний компонент всіх органічних сполук клітин
Окисен	O	65-75	Головний структурний компонент всіх органічних сполук клітин
Нітроген	N	1,5-3,0	Обов'язковий компонент амінокислот
Гідроген	H	8-10	Головний структурний компонент всіх органічних сполук клітин
Фосфор	P	0,0001	Входить до складу кісткової тканини і зубної емалі, нуклеїнових кислот, АТФ і деяких ферментів

Калій	K	0,15-0,4	Міститься в клітині тільки у вигляді йонів, активує ферменти білк. синтезу, обумовлює ритм серцевої діяльності, бере участь у процесах фотосинтезу
Сульфур	S	0,15-0,20	Входить до складу деяких амінокислот, ферментів, вітаміну В
Хлор	Cl	0,05-0,10	Найважливіший аніон в організмі тварин, компонент HCl у шлунк. соку
Кальцій	Ca	0,04-2,0	Входить до складу клітинної стінки рослин, кісток і зубів; активізує згортання крові й скорочення м'язових волокон
Магній	Mg	0,02-0,03	Входить до складу молекул хлорофілу, а також кісток і зубів; активує енергетичний обмін і синтез ДНК
Натрій	Na	0,02-0,03	Міститься в клітині тільки у вигляді йонів, обумовлює норм. ритм серц. діяльності, впливає на синтез гормонів
Ферум	Fe	0,010-0,15	Входить до складу багатьох ферментів, гемоглобіну і міоглобіну, бере участь у біосинтезі хлорофілу, у процесах дихання і фотосинтезу
Іод	I	0,0001	Входить до складу гормонів щитоподібної залози
Купрум	Cu	0,0002	Входить до складу деяких ферментів, бере участь у процесах кровотворення, фотосинтезу, синтезу гемоглобіну
Манган	Mn	0,0001	Входить до складу деяких ферментів або підвищує їх активність, бере участь у розвитку кісток, асиміляції азоту й процесі фотосинтезу
Молібден	Mo	0,0001	Входить до складу деяких ферментів, бере участь у процесах зв'язування атмосферного азоту рослинами
Кобальт	Co	0,0001	Входить до складу вітаміну В12, бере участь у процесі фіксації атмосферного азоту рослинами, розвитку еритроцитів
Цинк	Zn	0,0003	Входить до скл. деяких ферментів, бере уч. у синтезі росл. гормонів (фуксину) і спиртовому бродінні

### 3. Органічні речовини

**Органічні речовини** - сполуки, молекули котрих утворені ланцюгами з ковалентно зв'язаних атомів карбону. До складу органічних речовин клітини входять макромолекули – відносно великі молекули з високою молекулярною масою. Такі молекули складаються з подібних за структурою низькомолекулярних сполук, які повторюються й ковалентно зв'язані між собою. Утворена мономерами макромолекула називається полімером. Регулярними біополімерами є, наприклад, крохмаль, глікоген, целюлоза. Нерегулярними - білки та нуклеїнові кислоти.

**Вуглеводи** – основне джерело енергії для живих організмів. Рослини синтезують вуглеводи в процесі фотосинтезу. Вміст вуглеводів у клітинах тварин рідко перевищує 5%, але в клітинах рослин може досягати 90% від загальної кількості органічних молекул. Вуглеводи - своєрідне "паливо" для живої клітини: окиснюючись, вони вивільняють хімічну енергію (1г - 17,6 кДж), яка витрачається клітиною на всі процеси життєдіяльності. У рослин вуглеводи виконують і будівельні функції: з них утворюються оболонки клітин. У тварин і грибів у будові клітин бере участь азотовмісний полісахарид - хітин.

Прості вуглеводи називають *моносахаридами*, складні - *полісахаридами*. З моносахаридів у організмах трапляються пентози (цикли з 5 атомів вуглецю) і гексози (цикли з 6 атомів вуглецю). Серед пентоз найважливішими є рибоза (складова частина РНК) і дезоксирибоза (складова частина ДНК). Серед гексоз - глюкоза і фруктоза. Вони містяться в багатьох плодах і в меду і зумовлюють солодкий смак їх. Глюкоза є і в крові людини (близько 0,12 %). Цей вуглевод - основний енергетичний матеріал для всіх клітин.

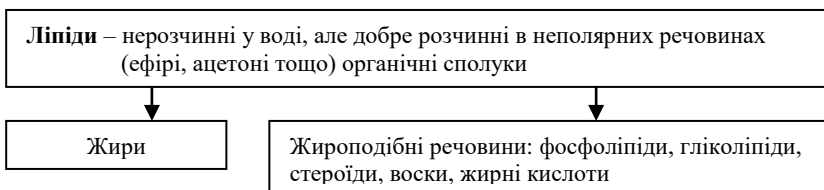
Полісахариди утворюються в процесі полімеризації двох або кількох моносахаридів. Серед дисахаридів найпоширеніші сахароза (складається з молекул глюкози і фруктози) і лактоза, або молочний цукор (складається з молекул глюкози і галактози). З полімерів у природі найчастіше трапляються крохмаль, целюлоза, або клітковина (у рослин), і глікоген (у

тварин). Загальна їх формула  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , а мономером цих полісахаридів є глюкоза. Наприклад, кожна молекула клітковини утворена ланцюгом із 150-200 молекул глюкози.

### **Функції полісахаридів:**

<i>Енергетична</i>	Основне джерело енергії. Розщеплюються до моносахаридів із наступним окисненням до $CO_2$ та $H_2O$ . при розщепленні 1 г вуглеводів виділяється 17,6 кДж енергії
<i>Структурна</i>	Входять до складу оболонок клітин і деяких органел. У рослин полісахариди виконують опорну функцію. Накопичується в тканинах рослин (крохмаль) і тварин (глікоген).
<i>Запасаюча</i>	Використовуються при виникненні потреби в енергії
<i>Захисна</i>	Секрети, що виділяються різними залозами, збагачені вуглеводами, наприклад, глюकोпротеїдами, які захищають стінки полих органів (стравохід, шлунок, бронхи) від механічних пошкоджень, проникнення шкідливих бактерій та вірусів

**Ліпіди** це низькомолекулярні речовини з гідрофобними властивостями. Разом з білками і вуглеводами це основні компоненти всіх видів клітин. У різних органах і тканинах вміст ліпідів неоднаковий. Особливо багато їх у нервовій тканині, серці, печінці, нирках, крові, насінні і плодах деяких рослин.

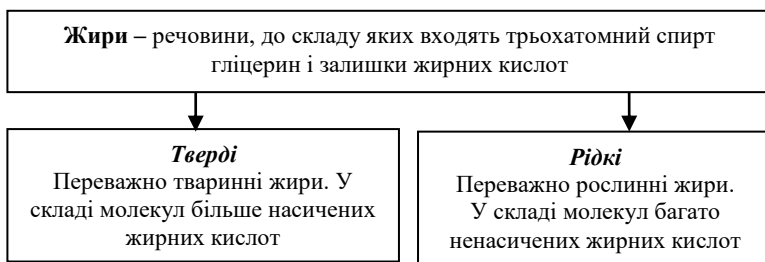


За хімічною будовою ліпіди досить різноманітні. До складу їхніх молекул входять вищі жирні кислоти, спирти, альдегіди, азотисті основи, амінокислоти, аміноспирти, вуглеводи, фосфорна кислота та ін. Між цими сполуками можуть утворюватися зв'язки: ефірні, складноефірні, глікозидні, амідні, фосфоефірні тощо. Класифікація ліпідів дуже складна у зв'язку зі складністю будови молекул цих речовин та їх



різноманітністю. Нині всі ліпіди прийнято поділяти на нейтральні (жири) і фосфоліпіди.

*Нейтральні ліпіди* це похідні вищих жирних кислот і трьохатомного спирту гліцерину. Як і вуглеводи, жири використовуються як джерело енергії: під час розщеплення одного грама жиру виділяється 38,9 кДж енергії. Підшкірний жир виконує важливу теплоізоляційну функцію, а також сприяє зменшенню впливу ударів та поштовхів. Для тварин, які впадають у сплячку, жири забезпечують організм необхідною енергією, оскільки поживні речовини ззовні в цей час не надходять. Жири становлять запас поживних речовин і в насінні багатьох рослин. Фосфоліпіди - найбільша частина ліпідів, які входять до складу клітинних мембран. Якщо в середньому на ліпіди припадає 40 % сухої маси мембран, то 80 % з них на фосфоліпіди. Основні функції мембран (регулювання проникності різних речовин і клітинного вмісту, функціонування іонних насосів, сприйняття, оброблення і передавання всередину клітини інформації з її поверхні, імунна відповідь, синтез білків і багато ін.) здійснюються за участю фосфоліпідів.



### **Функції жирів:**

<i>Енергетична</i>	При повному окисненні 1 г жиру виділяється 36,9 кДж енергії
<i>Запасаюча</i>	Жири відкладаються у тканинах, формують резервні енергетичні запаси. Запаси жирів можуть бути джерелом метаболічної води (у верблюдів)
<i>Захисна</i>	Жирові відкладення захищають організм та внутрішні органи від механічних пошкоджень
<i>Теплоізолююча</i>	Жирові відкладення, підшкірна жирова клітковина запобігає тепловим втратам

### ***Будова і функції жироподібних речовин:***

<i>Фосфоліпіди</i>	Містять залишок фосфорної кислоти, входять до складу клітинних мембран
<i>Гліколіпіди</i>	Сполуки ліпідів з вуглеводами. Є складовою частиною тканин мозку та нервових волокон
<i>Ліпопротеїди</i>	Комплексні сполуки різноманітних білків із жирами
<i>Стероїди</i>	Важливі компоненти статевих гормонів, вітаміну D Виконують захисну функцію: у ссавців змащують шкіру і волосся, у птахів надають пір'ю водовідштовхувальних властивостей, у рослин запобігають надмірному випаровуванню води
<i>Воски</i>	

**Білки** становлять 50-80 % усіх органічних речовин клітини, вони входять до складу міжклітинної рідини, лімфи, плазми крові. Всі види білків мають високу молекулярну масу, яка в окремих випадках досягає 1,5 млн у. о. (умовних одиниць). Всі білки полімери, мономерами яких є амінокислоти. До складу білків входить близько 20 різних амінокислот.

Довгий ланцюг з амінокислотних залишків, сполучених пептидними зв'язками (поліпептид), є первинною структурою білка. У цьому ланцюзі різні амінокислоти можуть комбінуватися по-різному. Послідовність розміщення окремих амінокислот (первинна структура білка) визначає специфічність білків. Заміна, відсутність або просто перестановка хоча б одного амінокислотного залишку у поліпептидному ланцюзі спричинює появу нових білків. Поліпептидний ланцюг, утворений кількома сотнями амінокислотних залишків, скручується у спіраль, між окремими витками якої утворюються численні, але слабкі водневі зв'язки. Така молекула утворює вторинну структуру білка. Далі ця спіраль може скручуватися ще більше і складатися у клубок, або глобулу. У глобулах залишки амінокислот сполучені слабкими ковалентними зв'язками. Деякі білки утворюють надмолекулярні комплекси, до складу яких входить кілька глобул, це четвертинна структура білка. Наприклад, молекула гемоглобіну складається з чотирьох великих глобул, сполучених між собою також порівняно слабкими зв'язками. Молекули таких білків мають величезну молекулярну масу (кілька мільйонів умовних одиниць).

Під впливом різних фізичних і хімічних факторів можуть відбуватися розкручування білкової молекули і втрата вторинної, третинної та четвертинної структур білка, що призводить до втрати або зміни його властивостей. Порушення специфічної просторової конфігурації білкової молекули має назву денатурації, яка може бути зворотною (у разі збереження первинної структури білка) і незворотною (у разі руйнування первинної структури білка) після припинення дії, яка спричинила зміну його структури.

Значна кількість білків у клітині перебуває у зв'язаному стані з іншими хімічними сполуками.

Складові частини таких сполук, як правило, відбиті у їхніх назвах: нуклеопротейд (нуклеїнова кислота + білок), глікопротейд (вуглевод + білок), хромопротейд (пігмент + білок).

Значення білків дуже велике, бо життя завжди пов'язане з білками. Білки входять до складу всіх органел і мембран клітини, є головним структурним матеріалом.

**Білки** – високомолекулярні нерегулярні гетерополімери, мономерами яких є амінокислоти (до складу білків входять 20 різних амінокислот)



#### ***Прості (протеїни)***

Складаються тільки з амінокислот



#### ***Складні (протеїди)***

Складаються з амінокислот та речовин небілкової природи

### ***Функції білків:***

***Ферментативна***  
***(біокаталіз)***

Ферменти забезпечують проходження хімічних реакцій у клітині за низьких температур, невисокого тиску і дуже малих концентрацій

***Будівна***  
***(структурна)***

Основний будівний матеріал клітини (мембран, органотидів)

***Захисна***

Білки-антитіла здатні “розрізняти” і знищувати хвороботворні організми. Білки ядра пістони захищають молекули ДНК від ушкоджень. Білкові фактори згортання крові захищають організм від крововтрат

***Регуляторна***  
***(гуморальна,***  
***гормональна)***

Поряд із нервовою системою гормони білкової природи керують роботою різних органів і всього організму через систему хімічних реакцій

<i>Сигнальна</i>	Окремі білки клітинних мембран здійснюють прийом сигналів і передачу їх всередину клітини
<i>Скорочувальна (рухова)</i>	Усі види рухів виробляються особливими видами скорочувальних білків
<i>Транспортна</i>	Транспортні білки крові переносять кисень та органічні речовини
<i>Енергетична</i>	При окисненні 1 г білка вивільняється 17,2 кДж енергії

Величезне значення мають білки як біокаталізатори, або ферменти.

#### 4. Ферменти

Молекули простих ферментів складаються лише з амінокислот, а молекули складних можуть функціонувати тільки за наявності в молекулі двох компонентів: білкового (апоферменту) і небілкового (коферменту). Коферментами можуть бути різні органічні речовини, в тому числі і вітаміни, а також метали. Жодна реакція в клітині не може відбуватися з нормальною швидкістю без участі ферментів як біологічних каталізаторів.

У класифікації ферментів враховують як специфічність їхньої дії на субстрат, так і хімічні реакції, які вони каталізують. Розрізняють ферменти: *ліпази* (розщеплюють ліпіди), *амілази* (розщеплюють вуглеводи), *пептидази* (розщеплюють білки), а також ферменти окисно-відновних реакцій, реакцій гідролізу і синтезу, реакцій перенесення, приєднання або відщеплення певних органічних залишків або груп. Нині складено каталог ферментів, в якому кожному з них присвоєно власний номер і систематичну назву. Наприклад, пепсин за номенклатурою ферментів позначається 3.4.4.1 (пептидпептидогідролаза), а ліпаза - 3.1.1.3 (гідролаза ефірів гліцерину).

Вибірковість дії ферментів на різні хімічні речовини пов'язана з їхньою будовою. Молекули всіх ферментів мають один або кілька активних центрів, якими вони прикріплюються до тих речовин, на які можуть діяти. Тому дія ферментів завжди специфічна. Наприклад, два травних ферменти - пепсин і трипсин беруть участь у розщепленні молекул білків до

невеликих фрагментів, але кожний з них діє по-різному. Пепсин руйнує зв'язки амінокислоти тирозину, а трипсин - амінокислот аргініну і лізину, причому перший діє на аміногрупи, а другий на карбоксильні групи амінокислот. Зазвичай ферменти каталізують багато послідовних реакцій, причому речовини, які утворилися за участю першого ферменту, є субстратом для другого тощо.

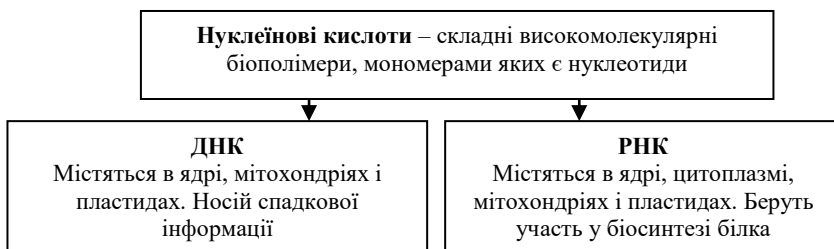
Дія ферментів у клітині завжди узгоджена і відбувається у певній послідовності. Це досягається завдяки тому, що ферменти локалізовані в різних ділянках клітинної мембрани. В органелах клітини ферменти також розміщені послідовно й утворюють упорядковані системи. Залежно від наявного комплексу ферментів у різних видів організмів і в різних органах обмін речовин відбувається по-різному. Для функціонування кожного ферменту потрібні оптимальні температура і реакція середовища, оскільки одні з них активні в нейтральному середовищі (наприклад, ферменти слини), інші - в кислому (ферменти шлункового соку) або лужному (ферменти підшлункової залози). У разі нагрівання до температури понад 60 °C багато ферментів інактивується (відбувається денатурація білків).

## **5. Нуклеїнові кислоти**

Нуклеїнові кислоти - високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди, виявляються в усіх типах клітин. Вони виконують в організмі ряд найважливіших функцій: забезпечують зберігання і передачу генетичної інформації.

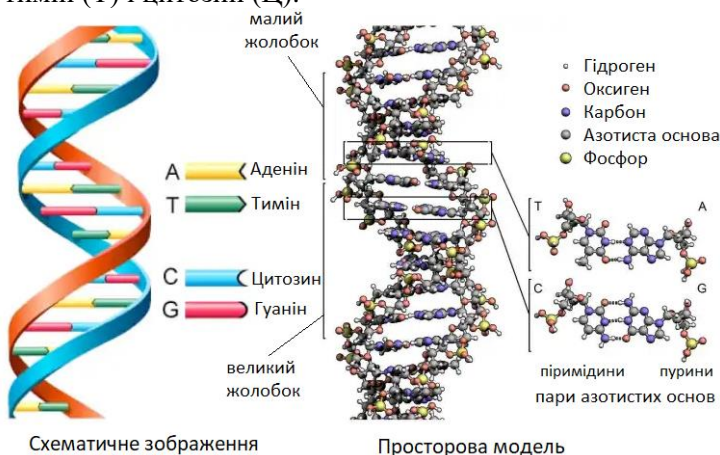
Нуклеїнові кислоти діляться на два типи: рибонуклеїнові (РНК) і дезоксирибонуклеїнові (ДНК). РНК і ДНК відрізняються особливостями хімічної будови пентоз і піримідинових основ, що входять до них, локалізацією в клітині і фундаментальним призначенням в клітинному метаболізмі.

Нуклеотиди побудовані з азотистих (пуринових або піримідинових) основ, пентози (рибози або дезоксирибози) і залишку фосфорної кислоти.



Молекула ДНК це дуже довгий полінуклеотидний ланцюг, довжина його може досягати десяти міліметрів. Так, вважають, що сумарна довжина молекул ДНК 46 хромосом однієї клітини людини становить 170-180 см. Відповідно дуже велика і молекулярна маса ДНК (сотні мільйонів умовних одиниць).

Кожна молекула ДНК складається з двох сполучених між собою ланцюгів нуклеотидів. До складу кожного нуклеотиду входять азотиста основа, дезоксирибоза і фосфорна кислота. Всього в ДНК є чотири види азотистих основ: аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т) і цитозин (Ц).



Нуклеотиди ризняться лише азотистими основами. Назва нуклеотидів також пов'язана з назвою нуклеозидів (сполук азотистих основ з пентозою) цих основ. Наприклад, нуклеотид, який містить аденін, утворюється приєднанням залишку фосфорної кислоти до аденозинового нуклеозиду (аденін + рибоза або дезоксирибоза), називається аденіловим. Відповідно

утворюються нуклеотиди гуанозинового, уридинового, цитидинового і тимідинового нуклеозидів.

Подвійна спіраль молекули ДНК здатна розкручуватися, при цьому водневі зв'язки розриваються й окремі ланцюги ДНК відходять один від одного. Іноді таке роз'єднання ланцюгів відбувається не по всій довжині молекули, а лише на певній ділянці. Ланцюги ДНК можуть знову спіралізуватися, відновлюючи свою попередню структуру.

Редуплікація (подвоєння), реплікація (відбиток) ДНК - процес самовідтворення макромолекул нуклеїнових кислот, який забезпечує точне копіювання генетичної інформації і передавання її з покоління в покоління. Самоподвоєння молекули ДНК відбувається в період інтерфази перед поділом клітин. При цьому молекула ДНК розкручується і з одного кінця спіраль розділяється на окремі ланцюги. Біля кожного з них із вільних нуклеотидів, які є в ядрі клітини, розпочинається синтез другого ланцюга ДНК. Цей синтез відбувається за принципом комплементарності. В результаті замість однієї молекули ДНК утворюються дві молекули такого самого нуклеотидного складу, як і початкова. Один ланцюг у кожній новоутвореній молекулі ДНК походить від початкової молекули (материнський ланцюг), а другий синтезується заново (дочірній). Як процес розділення молекули ДНК на два ланцюги, так і процес синтезу нових ланцюгів здійснюється за рахунок дії низки ферментів (ДНК-полімерази, ДНК-лігази).

Молекула РНК має простішу будову. Вона складається з одного полінуклеотидного ланцюга, який теж містить багато нуклеотидів чотирьох видів - гуаніловий, цитидиловий, аденіловий та уридиловий (у молекулі РНК замість основи тиміну міститься азотиста основа урацил, яка за структурою близька до тиміну). До нуклеотидів РНК входить не дезоксирибоза, а рибоза. Молекули РНК значно коротші, ніж молекули ДНК, і мають набагато меншу молекулярну масу, яка рідко перевищує 100 тис. у.о. Існує кілька видів РНК, що різняться за структурою і функціями. Так, рибосомальні РНК (рРНК) містяться в рибосомах, транспортні РНК (тРНК), найбільші за розміром, беруть участь у транспортуванні

амінокислот до місця синтезу білків, інформаційні, або матричні РНК (іРНК, або мРНК), синтезуються на ділянці одного з ланцюгів ДНК і передають інформацію про структуру білка з ядра клітини до рибосом.

**Аденозинфосфорні кислоти.** Нуклеотиди в клітині трапляються не лише як структурні елементи нуклеїнових кислот, а й як речовини, що функціонують самостійно. Найважливішими в життєдіяльності клітини є аденілові нуклеотиди - моно-, ди- і трифосфорні ефіри аденозину, які містять аденін, рибозу та один (аденозинмонофосфорна, АМФ), два (аденозиндифосфорна, АДФ) або три (аденозинтрифосфорна, АТФ) залишки фосфорної кислоти. Ці сполуки є у всіх живих організмах і відіграють величезну роль в енергетичному і пластичному обміні. Приєднання фосфатних залишків до АМФ супроводжується акумулюванням енергії, а гідролітичне відщеплення їх - виділенням енергії. Вивільнена енергія використовується в процесі життєдіяльності клітин. АДФ і АМФ утворюються внаслідок дефосфорування АТФ у процесі фотосинтезу, дихання або гліколізу.

АТФ це універсальна макроергічна сполука, в якій два із трьох залишків фосфорної кислоти - високоенергетичні (макроергічні). Один із них або обидва легко відщеплюються під впливом ферментів, що супроводжується вивільненням енергії, яка використовується для забезпечення перебігу різноманітних процесів у клітині. Відщеплення 1 моль кислотних залишків фосфорної кислоти супроводжується виділенням майже 40 кДж енергії:

## **ТЕМА 2. ЄДНІСТЬ СТРУКТУРНО- ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЖИВОГО**

### **План**

1. Клітинна теорія
2. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини
3. Біологічні мембрани
4. Ядро: будова та функції частин ядра
5. Цитоплазма, її компоненти (будова та функції)



## 1. Клітинна теорія

*Клітина* – структурно-функціональна одиниця живого організму. Це елементарна жива система, яка здатна до самовідновлення. Клітина лежить в основі будови і розвитку всіх організмів. Більшість клітин мають розміри від 10 до 100 мкм. Клітини, з яких складається новий організм не є ідентичними, однак всі вони побудовані за єдиним принципом, що свідчить про спільність походження живих організмів.

Вчення про клітину пройшло складний шлях від описових даних про різні клітини до клітинної теорії та появи цитології:

Рік	Вчений	Внесок у розвиток науки
1665	Р. Гук	Виявлено клітинну структуру пробкової тканини, введено поняття “клітина”
1674-1676	А. Левенгук	Відкриті бактерії і найпростіші, описані пластиди (хроматофори), еритроцити, сперматозоїди та різноманітні мікроструктури рослин і тварин
1827	К. Бер	Відкрито яйцеклітини ссавців
1831	Р. Броун	Відкрите клітинне ядро. Описане ядро рослинної клітини
1839	Т. Шван, М. Шлейден	Сформульовані основи клітинної теорії
1858	Р. Вірхов	Сформульоване положення –“кожна клітина – з клітини”
1868	І.Ф. Мішер	Відкриті нуклеїнові кислоти
1871	М.М. Любавін	Установлено, що білки складаються з амінокислот
1878	В. Флемінг	Відкрито мітотичний поділ тваринних клітин
1892	Д.І. Івановський	Відкриті віруси
1898	В.І. Беляєв	Описаний механізм мейозу і мітозу в рослин
1944	О. Евері	Доведена роль ДНК як носія спадкової інформації
1953	Дж. Уотсон, Ф. Крик	Створена модель просторової структури ДНК, схема реплікації ДНК

У 1660 р. видатний англійський учений Роберт Гук удосконалюючи існуючий на той час мікроскоп («блошине скло»), вперше описав «коробочки» (клітини) у зрізі з корка, а також з інших рослинних об’єктів. По суті це не були клітини в сучасному уявленні, а лише клітинні стінки. Опис субмікроскопічної будови клітини та її компонентів завдячує

створенню електронного мікроскопа в середині ХХ ст.: 1945-1946 рр. – Р. Портер, А. Клод і Е. Фулман описали ендоплазматичну сітку; 1953-1954 рр. – А. Далтон, Е. Фелікс, Ф.С. Шестранд і Ц. Нансон дослідили електронномікроскопічну будову комплексу Гольджі, а К.Р. де Дюн із використанням фракційного центрифугування виявив лізосоми; 1954 р. – Дж. А. Родін відкрив пероксисоми; більш детально субмікроскопічні структури клітини були описані у 60-70-х рр. ХХ ст.

Сучасна клітинна теорія включає такі основні положення:

I. Усе живе складається з однієї або багатьох клітин. Усі клітини різних живих організмів подібні (гомологічні за будовою).

II. Клітина є найменшою основною одиницею живого. У ній відбуваються всі хімічні реакції, які уособлюють життя.

III. Усі клітини виникають із клітин, які вже існують.

IV. Клітини зберігають, переробляють і передають генетичну інформацію з покоління в покоління.

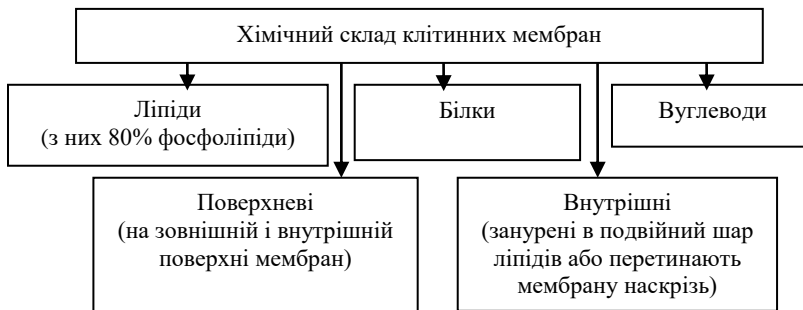
V. Багатоклітинні організми є складними клітинними ансамблями, які утворюють цілісні системи.

## 2. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини

Розрізняють два основні ступені організації клітин: *прокаріотичний* і *еукаріотичний*. Прокаріотичний тип клітин, або *прокаріоти* (від грец. *pro* – до, *karion* – ядро) це клітини, які не мають сформованого ядра, а їх генетичний матеріал представлений нуклеоїдом – замкненою в кільце молекулою ДНК (плазмідною), яка не відокремлена оболонкою від цитоплазми. *Еукаріоти* (від грец. *eu* – добрий, *karion* – ядро) це клітини одноклітинних і багатоклітинних організмів, вони мають каріолему – оболонку ядра і молекули ДНК, упакованих за допомогою комплексу білків у хромосоми з мультрепліконним типом реплікації ДНК. Еукаріотичними є клітини зелених рослин, грибів і тварин. Виділяють ще й *мезокаріотичні* клітини (від грец. *mesos* – середній), які займають проміжне становище між про- та еукаріотами (характерні для понцирних джгутиконосців – динофлагеляти, або динофітові водорості).

### 3. Мембранні органели клітин

Зовні клітина вкрита плазматичною мембраною, або зовнішньою клітинною мембраною, завтовшки 6-10 нм.



Молекули ліпідів розташовані упорядковано – перпендикулярно до поверхні, у два шари так, що ті частини їхньої молекули, які активно взаємодіють з водою (гідрофільні), спрямовані назовні, а частини молекули, які інертні до води (гідрофобні), – всередину мембрани. Молекули білка на поверхні ліпідного каркаса розташовані з обох його боків не суцільним шаром.

#### ***Функції клітинних мембран:***

- забезпечують зв'язок клітин між собою і навколишнім середовищем
- поділяють внутрішнє середовище клітин на відсіки – компартменти
- на поверхні мембран розміщуються клітинні структури: рибосоми, ферменти, пігменти
- у біологічних мембранах відбуваються процеси, пов'язані зі сприйняттям і передачею інформації, формуванням і передачею збудження, перетворенням енергії та ін.

#### ***Транспорт речовин крізь плазматичну мембрану:***

*Пасивний транспорт* Відбувається завдяки різниці концентрацій речовин з обох боків мембрани. Речовини проникають у клітину крізь певні ділянки або пори без затрат енергії.

*Активний  
транспорт*

Пов'язаний із затратами енергії. Її джерелом можуть бути або енергія, яка вивільнюється при розщепленні молекул АТФ, або різниця концентрації іонів, що виникає з обох боків мембрани. Речовини переміщуються з участю рухомих білків-переносників або за рахунок зміни конфігурації внутрішніх білків.

*Ендо- та  
екзоцитоз*

Здатність поглинати (ендоцитоз) чи виводити (екзоцитоз) назовні великі молекули або частинки, які складаються з багатьох молекул. Різновидами ендоцитозу є фагоцитоз та піноцитоз. Фагоцитоз – активне захоплення мікроскопічних твердих об'єктів. Піноцитоз – захоплення та поглинання клітиною рідин разом із розчиненими в них сполуками.

**Функції плазматичної мембрани:** ферментативна, сигнальна (забезпечують подразливість), транспортна та забезпечення міжклітинних контактів.

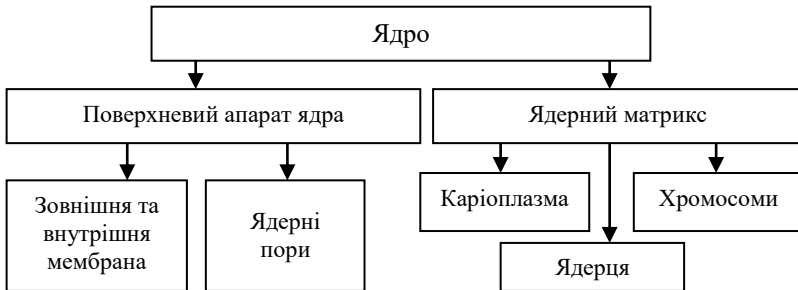
***Будова надмембранного комплексу***

Царство органічного світу	Надмембранний комплекс
Рослини	Клітинна стінка, що складається з целюлози
Тварини	Зовнішній шар – глікокалікс – дуже тонкий і еластичний, складається з полісахаридів і білків
Гриби	Клітинна стінка, що складається з хітину, глікогену, білків
Дроб'янки	Тверда клітинна стінка, що складається з муруну, фосфоліпідів, білків

До під мембранних комплексів клітин належать *пелікула* та білкові утворення (*мікротрубочки* та *мікрофіламенти*), які становлять опору клітини (*цитоскелет*). Елементи цитоскелета виконують опорну функцію, сприяють закріпленню органел у певному положенні, а також їхньому переміщенні в клітині.

#### 4. Ядро: будова та функції частин ядра

**Ядро** (від лат. *nucleus*, грец. *karion*) – частина еукаріотичних клітин, які містять носії генетичної інформації. Деякі клітини багатоклітинних еукаріот втратили ядро, наприклад, еритроцити ссавців.



Біологічне значення ядра визначається головним його компонентом – молекулами ДНК, здатними до реплікації та транскрипції.



##### **Функції ядра:**

1. Зберігає спадкову інформацію і передає її дочірнім клітинам під час поділу.

2. Регулює біохімічні, фізіологічні та морфологічні процеси в клітині.

Іншими словами, ядро є системою генетичної детермінації та регуляції білкового синтезу. Реплікація молекули ДНК дає можливість при мітозі двом дочірнім клітинам отримати якісно і кількісно однакові об'єми генетичної інформації.

### **Будова та функції частин ядра:**

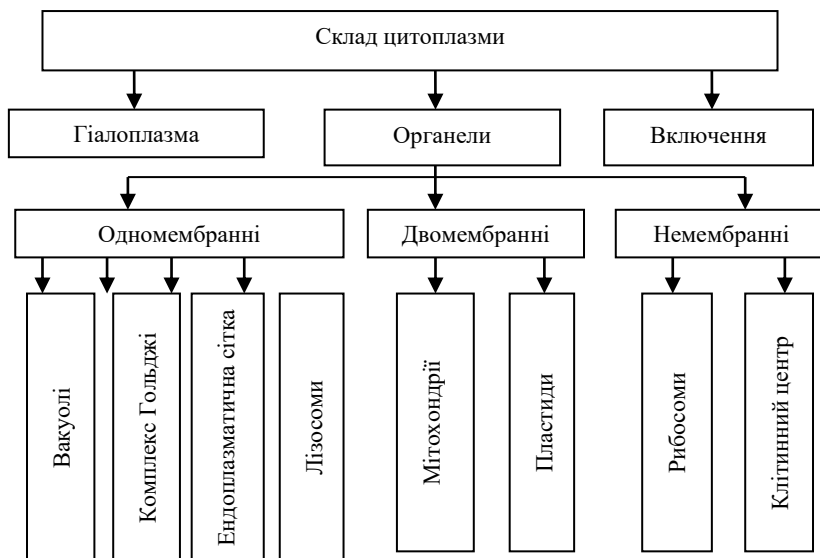
<i>Структура</i>	<i>Будова</i>	<i>Функції</i>
Поверхневий апарат	Складається з двох мембран. Зовнішня ядерна мембрана з'єднується з внутрішньою навколо отворів – ядерних пор, прикритих особливими тільцями	Відмежовує ядро від цитоплазми Здійснює обмін речовинами між ядром і цитоплазмою
Каріоплазма	За складом та властивостями нагадує цитоплазму	Внутрішнє середовище
Ядерця	Щільні структури, які складаються з рибонуклеопротеїдних фібрил	Приймають участь у формуванні рибосом
Хромосоми	Основу складає дволанцюгова молекула ДНК, яка зв'язана з ядерними білками й утворює <i>нуклеопротеїди</i> . Кожна хромосома складається з двох поздовжніх частин – <i>хроматид</i> . Обидві хроматиди сполучаються між собою в зоні первинної перетяжки, яка поділяє хромосому на ділянки – <i>плечі</i> . Деякі хромосоми мають і вторинні перетяжки	Зберігають спадкову інформацію, яка передається із покоління в покоління

Завдяки наявності ферментів, спонтанні пошкодження молекул ДНК можуть ліквідуватися, що забезпечує збереження практично незмінної будови молекул ДНК у ряді поколінь клітин і організмів.

### **5. Цитоплазма, її компоненти (будова та функції)**

**Цитоплазма** (від грец. *cytos* – клітина і *plasma* – сформоване) – матеріал, який оточує ядро і міститься всередині клітинної оболонки (*плазмолемі*). Цитоплазма є метаболічним, робочим апаратом клітин. У ній зосереджені органели і відбуваються основні метаболічні процеси.

Це пластична, диференційована трифазна система, що складається з гіалоплазми, внутрішньоклітинних мембранних структур і вмісту мембранної системи.

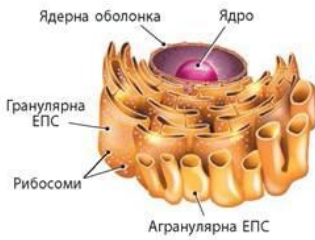
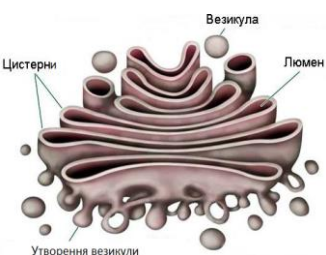


У *гіалоплазмі* розміщені органели і включення. Гіалоплазма являє собою прозорий розчин органічних і неорганічних сполук у воді. Перебуває у стані золю та гелю. Містить 75-78% води, 10-12% білків, 4-6% вуглеводів, 2-3% ліпідів, 10% - неорганічних речовин. Об'єднує всі клітинні структури і забезпечує їхню взаємодію. Виконує транспортну функцію.

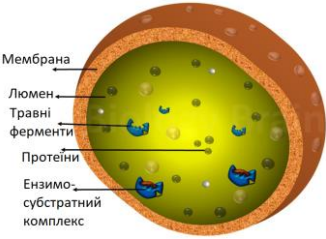


*Включення* – непостійні утвори, що є частинами певної речовини і роль яких у клітині пасивна. Можуть бути у твердому або рідкому стані, мають вигляд кристалів (солі), зерен (білки, полісахариди) чи краплин (жири). Вони або служать для забезпечення життєдіяльності клітини (запасні речовини), або з'являються в результаті її функціонування (секреторні, екскреторні, трофічні включення).

*Органели (органойди)* – це постійно присутні й обов'язкові для всіх клітин мікроструктури, які виконують життєво важливі функції та мають характерну будову, притаманну лише тій чи іншій органелі.


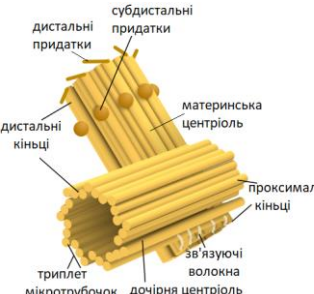

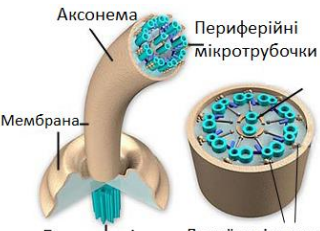
### **Будова та функції органоїдів:**

Структура	Будова	Функції
<i>Мембранні</i>		
<p><b>Ендоплазматична сітка (ЕПС)</b></p>  <p>Ядерна оболонка    Ядро Гранулярна ЕПС    Рибосоми Агранулярна ЕПС</p>	<p>Мембранна система порожнин, каналів, цистерн, з'єднаних між собою і плазматичною мембраною. Пронизує всю клітину. Незерниста ЕПС (гладенька) складається тільки з мембрани. Зерниста ЕПС (шершава, гранульована, до мембран прикріплені рибосоми).</p>	<p>Здійснює реакції, пов'язані із синтезом білків (гранульована), вуглеводів, жирів (гладенька). Сприяє переносу і циркуляції поживних речовин. Знешкоджує токсичні речовини. Формує ядерну мембрану.</p>
<p><b>Комплекс Гольджі</b></p>  <p>Везикула    Люмен Цистерни    Утворення везикули</p>	<p>Складається з обмежених мембранами порожнин, а також трубочок із пухирцями на кінці.</p>	<p>Накопичує і виводить речовини, що синтезуються в ендоплазматичній сітці. Утворює лізосоми. Синтезує деякі полісахариди. Бере участь у будівництві плазматичної мембрани та інших клітинних мембран (наприклад, формує скоротливі вакуолі).</p>



<p style="text-align: center;"><b>Лізосоми</b></p> 	<p>Округлі тільця, що містять комплекс ферментів</p> <p>Первинні лізосоми утворюються за участю комплексу Гольджі. Вторинні лізосоми (травні вакуолі) утворюються з первинних.</p> <p>Аутолізосоми знищують дефектні органоїди, мертві клітини та ін.</p>	<p>Травна функція – розщеплюють органічні сполуки. Вилучають відмерлі органоїди, клітини.</p>
<p><b>Вакуолі травні, скоротливі, заповнені соком</b></p> 	<p>Порожнини в гіалоплазмі, відокремлені мембраною й заповнені рідиною</p>	<p>Травна функція. Регуляція осмотичного тиску в клітині. Запасаюча функція (запас рідини, пігментів та ін.).</p>
<p style="text-align: center;"><b>Мітохондрії</b></p> 	<p>Мають сферичну, ниткоподібну, овальну та інші форми. Від цитоплазми відокремлені подвійною мембраною, крізь яку проникає багато сполук. Внутрішній шар мембрани утворює численні складки - кристи, на яких розміщені ферменти дихального ланцюга</p>	<p>Енергетична функція - етапи енергетичного обміну та синтез АТФ.</p> <p>Синтез власних білків, РНК і ДНК.</p>

<p><b>Пластиди (тільки у рослинах)</b> <b>Хлоропласти</b></p> 	<p>Мають зелений колір, овальну форму. Мембрана подвійна, внутрішній шар мембрани утворює складчасті вчини всередину строми - ламели та тилакоїди. Ламели мають вигляд плоских видовжених складок, тилакоїди - плоских дископодібних мішечків. Тилакоїди зібрані у скупчення - грани. Молекули хлорофілу вмонтовані в мембрани тилакоїдів</p>	<p>Використання світлової енергії та створення органічних речовин із неорганічних (фотосинтез). Відіграють певну роль (маючи свою ДНК) у передачі спадкових ознак.</p>
<p><b>Хромoplastи</b></p> 	<p>Жовті, жовтогарячі, червоні або бурі, містять пігменти каротиноїди</p>	<p>Надання різним частинам рослини червоного та жовтого забарвлення.</p>
<p><b>Лейкопласти</b></p> 	<p>Безколірні пластиди сферичної форми</p>	<p>Відкладання запасних поживних речовин (крохмалю, жирів, білків).</p>

<i>Немембранні</i>		
<p><b>Рибосоми</b></p> <p>Велика субодинаця</p> <p>Рибосома</p> <p>Мала субодинаця</p> 	<p>Мають вигляд сферичних або грибоподібних гранул.</p> <p>Складаються з двох неоднакових за розміром частинок.</p>	<p>Синтез білкових молекул з амінокислот.</p>
<p><b>Клітинний центр (центросома) (відсутній у клітинах вищих рослин)</b></p> <p>дистальні придатки</p> <p>субдистальні придатки</p> <p>материнська центріоль</p> <p>дистальні кінці</p> <p>проксимальні кінці</p> <p>триплет мікротрубочок</p> <p>зв'язуючі волокна</p> <p>дочірна центріоль</p> 	<p>Складається з двох центріолей. Кожна центріоль має вигляд порожнистого циліндра, у стінку якого закладені 9 груп подовжніх мікротрубочок, по 3 мікротрубочки в кожній групі.</p>	<p>Участь у процесі поділу клітин, формування веретена поділу.</p> <p>За участю центріолей утворюються мікротрубочки цитоплазми.</p>
<i>Органели руху</i>		
<p><b>Псевдоніжки (псевдоподії)</b></p> 	<p>Перехід цитоплазми зі стану золь у стан гелю сприяє руху клітин за допомогою псевдоподій.</p>	<p>Активний рух.</p> <p>Живлення засобом фагоцитозу.</p>
<p><b>Джгутики і війки</b></p> <p>Аксонема</p> <p>Периферійні мікротрубочки</p> <p>Мембрана</p> <p>Базальне тільце</p> <p>Динейові ручки</p> 	<p>Тонкі вирости цитоплазми, зовні покриті мембраною. Усередині міститься складна структура з мікротрубочок.</p>	<p>Активний рух.</p> <p>Забезпечення та доставка клітинам їжі.</p> <p>Можуть виконувати захисну функцію.</p>

### ТЕМА 3. ПРОЦЕСИ САМООНОВЛЕННЯ ТА САМОРЕГУЛЯЦІЇ В БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ. КЛІТИНА ЯК ЦІЛІСНА СИСТЕМА

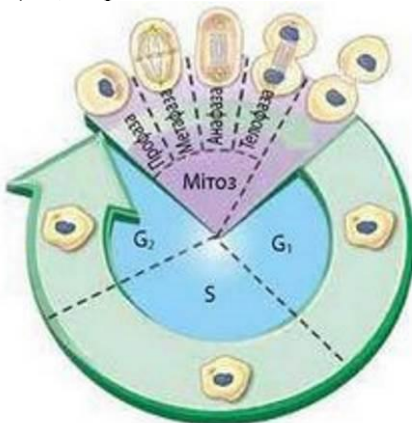
#### План

1. Життєвий шлях клітин
2. Обмін речовин та енергії
3. Диференціація клітин
4. Регенерація, гіпертрофія і атрофія клітин
5. Старіння і смерть клітин
6. Пластичний і енергетичний обмін

#### 1. Життєвий шлях клітин

Послідовність подій, які відбуваються між утворенням даної клітини і її поділом на дочірні, називається **клітинним циклом**, або **життєвим циклом клітини**. Він включає мітоз та інтерфазу.

У клітинному циклі розрізняють стадію М – мітоз та інтерфазу, яка складається з постмітотичного або пресинтетичного (G1), синтетичного (S) і постсинтетичного, або премітотичного (G2) періодів.



**Інтерфаза** (від ла. *inter* – між і грец. *phasis* – поява), або інтеркінез (від грец. *kinesis* – рух), - найдовша фаза клітинного циклу, яка займає 70-90% усього циклу. Вона може бути

приготуванням до наступного поділу або спеціалізацією з зупиненням мітотичної активності. Має три періоди:

*Постмітотичний, або пресинтетичний період* (період **G1**, **G** – від. англ. *gar* - проміжок) починається відразу після телофази і триває від 0,5 год. до кількох днів. У цей період відсутня реплікація ДНК. Анаболічні процеси переважають над катаболічними. Клітина нарощує свою масу після поділу. Відновлюється необхідний набір органел. Збільшується поверхня каріолеми. Посилюються процеси транскрипції і трансляції. Синтезуються особливі тригерні білки (від. англ. *trigger* – спусковий механізм) – активатори S-періоду. Вони забезпечують досягнення клітиною певного порога – точки R, або рестрикції (обмеження). Після цього клітина вступає в S-період.

Якщо клітини припиняють поділ, то вони, як правило, вступають у період репродуктивного спокою ( $G_0$ ). Далі вони можуть перетворюватись в різні клітини. Наприклад, це стовбурові клітини, які на тривалий час виходять з циклу, хоча зберігають здатність до поділу. Або, клітини, які диференціюються і розпочинають функціональну спеціалізацію. Деякі з них назавжди втрачають здатність до поділу (клітини крові, епідермісу), а інші можуть повертатись в цикл (клітини печінки, після видалення її частини). Незворотньо втрачають здатність до поділу високодиференційовані клітини (наприклад, нервові), хоч останнім часом з'являються дані, про здатність до поділу нейронів. Залежно від причин зупинки поділу  $G_0$ -періоду можуть здійснювати репарацію пошкодженої ДНК та виживати в умовах недостатньої кількості поживних речовин або факторів росту. Частина клітин, яка продовжує ділитись переходить у синтетичний період (S).

*Синтетичний період* – це період, у якому значно спадає синтез конститутивних і ферментативних білків, а функція клітини спрямовується на реплікацію ДНК (з 2с до 4с) і синтез гістонів – основних білків, зв'язаних з відтворенням геному. Гістони поступають з цитоплазми в ядро і забезпечують нуклеосомну упаковку синтезованої ДНК. Одночасно

здійснюється подвоєння центріолі. Триває **S-період** 6-12 годин, як у рослинних, так і у тваринних клітинах.

*Синтетичний період* – це період, у якому значно спадає синтез конститутивних і ферментативних білків, а функція клітини спрямовується на реплікацію ДНК (з 2с до 4с) і синтез гістонів – основних білків, зв'язаних з відтворенням геному. Гістони поступають з цитоплазми в ядро і забезпечують нуклеосомну упаковку синтезованої ДНК. Одночасно здійснюється подвоєння центріолі. Триває **S-період** 6-12 годин, як у рослинних, так і у тваринних клітинах.

Функцію регуляції поділу клітини, або її виходу з поділу здійснюють *cdc* (*cell division cycle*) гени, що відповідають за синтез білків, які індують поділ і стримують його. На рівні точки R (при переході з G<sub>1</sub> до S-періоду) вступає в дію стримуючий фактор, який обмежує можливість нерегульованого розмноження клітин.

Існують такі види репродукції клітин: **мітоз**, **амітоз**, **мейоз**, і **ендорепродукція**. Біологічна роль *мітозу* полягає в точному розподілі генетичного матеріалу (ДНК) між дочірніми клітинами. Біологічна роль *амітозу* – це швидке поповнення клітинних популяцій у процесі репаративної регенерації. *Мейоз* приводить до редукції (зменшення) числа хромосом до гаплоїдного набору. *Ендорепродукція* – це відтворення (збільшення) генетичного матеріалу в межах одного ядра.

Поділ клітин завжди починається з поділу ядра, за яким відбувається (але може не бути) поділ клітинного тіла – **цитотомія**. Більшість клітин потенційно здатні до поділу, деякі клітини можуть ділитись лише за певних умов. Біологічна роль клітинного поділу полягає у збереженні чи відтворенні клітинної популяції.

## 2. Обмін речовин і енергії

Енергетичний апарат клітини представлений переважно мітохондріями, які забезпечують клітину енергією. Останню добувають у процесі окислення і запасують її у вигляді аденозинтрифосфору (АТФ).

Апарат внутрішньоклітинного перетравлення складає систему порожнистих органел, які забезпечують регульоване внутрішньоклітинне розщеплення макромолекул (катаболізм) позаклітинного і внутрішньоклітинного походження. Апарат включає пухирці з кислим вмістом – ендосоми (ранні і пізні) і лізосоми. Ці органели містять у своїх мембранах АТФ-залежну протонну помпу, здатну викликати закислення вмісту (матриксу) цих органел. У матриксі знаходяться гідролази, утворені в комплексі Гольджі і транспортовані з нього особливими гідролазними міхурцями.

### 3. Диференціація клітин

Процес, який веде до утворення різних клітин з початково однорідних називається **диференціацією клітин**. Він здійснюється як у період ембріонального розвитку організму, так і під час його постнатального життя.

Розвиток організму супроводжується двома процесами:

1) *клітинною проліферацією* (від лат. *proles* - нащадок, потомок і *fero* - несу) - розростанням тканин унаслідок багаторазового поділу клітин

2) *диференціацією* (від лат. *differentia* - відмінність) - утворенням різних клітин із початково однорідних.

*Диференціація клітин* (цитодиференціація) звичайно настає після проліферації. Клітини, які швидко розвиваються є, як правило, малодиференційованими (наприклад, мезенхімні клітини або клітини базального шару епітелію шкіри). Високодиференційовані клітини звичайно втрачають здатність до проліферації. *Проліферацію*, як і ріст, стимулюють різні гуморальні фактори, зокрема фактори росту.

Цитодиференціація, поява відмінностей між клітинами у багатьох тварин є незворотним процесом. Вона здійснюється лише в одному напрямку - від менш диференційованої до більш диференційованої клітини. Результатом диференціації є спеціалізована клітина конкретної морфології, здатна виконувати певні, визначені функції. Цитодиференціація у рослин і нижчих тварин - процес зворотний.

У ході розвитку виділяють ряд *етапів* (типів) морфологічної диференціації:

- *оотипічна*, яка проявляється вже під час запліднення. Особливо наглядно вона виступає в зиготі амфібій. На анімальному полюсі появляється так званий сірий серп, а в базальному - нагромаджується жовток;

- *бластомерна* - на рівні перших декількох дроблень. У деяких тварин чітко помітна різниця між окремими групами бластомерів, у жаби - це мікробластомери і макробластомери;

- *зачаткова* - період утворення мезодерми відзначається різниця між клітинами окремих зачатків, коли в сомітах вони інші, ніж у сегментних ніжках чи спланхнотомі;

- *тканинний тип* диференціації триває весь період ембріонального і навіть постнатального розвитку. Найбільш помітна така диференціація в процесі розвитку мезенхіми, з якої утворюються всі види сполучної тканини (пухка, щільна, хрящова, кісткова) і формені елементи крові (еритроцити, всі види лейкоцитів).

У ході диференціації клітини певної тканини реалізують закріплені детермінацією потенції.

**Детермінація клітин** (тканин) (від лат. *Determinatio* – визначення) – процес, який програмує напрямок розвитку клітин, характерний для даного виду тканин. У результаті детермінації компетентна клітинна система обирає один із багатьох можливих шляхів розвитку. Отже, детермінація клітини – це процес визначення шляху її дальшого розвитку, виникнення якісної своєрідності клітин.

**Стовбурові клітини** – найменш диференційовані клітини певної тканини, зі збереженими високими потенціями, які є джерелом розвитку інших клітин тканин. Вони наявні в усіх тканинах під час їх ембріонального розвитку і зберігаються в багатьох тканинах зрілих організмів.

Стовбурові клітини мають ряд характерних особливостей: утворюють клітинну популяцію, яка сама себе підтримує; рідко діляться; стійкі до дії шкідливих факторів;

у деяких тканинах вони плюрипотентні, тобто можуть стати джерелом розвитку декількох видів диференційованих клітин.

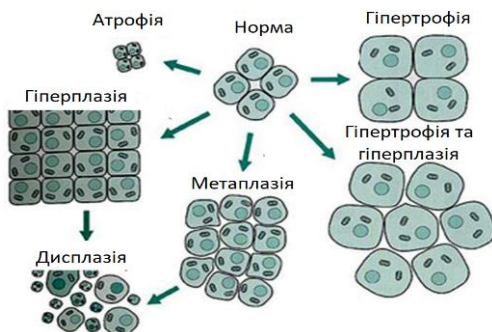


#### 4. Регенерація, гіпертрофія і атрофія клітин

**Внутрішньоклітинна регенерація** (від лат. *Regeneratio* – відродження) – процес безперервного оновлення структурних компонентів клітин у фізіологічних умовах або після пошкодження. У нормі при збалансованих анаболічних і катаболічних процесах загальний об'єм клітин і вміщених у ній ультраструктурних компонентів залишається порівняно стабільним. Внутрішньоклітинна регенерація універсальна, тобто властива всім клітинам організму.

**Гіпертрофія клітин** (від грец. *hyper* – надмірний і *trophe* – живлення) – збільшення їх об'єму і функціональної активності при одночасному наростанні вмісту внутрішньоклітинних структур. Гіпертрофія клітин відбувається внаслідок посиленої регенерації компонентів клітини в умовах переваги анаболічних процесів над катаболічними, наприклад, при адаптації м'язових клітин до посилених навантажень, при підвищенні активності секреторних процесів під впливом гормонів.

При гіпертрофії звичайно найбільше наростає кількість тих компонентів клітини, які забезпечують виконання підвищеної функції (наприклад, у залозах посилюється діяльність синтетичного апарату, у м'язах – скоротливого).



Гіпертрофія клітин часто супроводжується **поліплоїдизацією** (у рослин у запасуючих органах – ендоспермі, сім'ядолях, бульбах тощо), яка створює можливості для активації процесів транскрипції.

**Атрофія клітин** (від грец. *a* – заперечення і *trophe* – живлення) – зменшення об'єму, маси клітин, вмісту внутрішньоклітинних структур і функціональної активності їхніх органел внаслідок послаблення процесів регенерації та переваги катаболічних процесів над анаболічними. Атрофія клітин може настати в результаті їх бездіяльності, недостатнього живлення, гормонального дефіциту, старіння або впливу несприятливих факторів (фізичних, хімічних чи інших).

## 5. Старіння і смерть клітин

У процесі життєдіяльності, після досягнення певного віку клітини старіють. Механізми клітинного старіння залишаються нез'ясованими. Згідно з однією гіпотезою, старіння є результатом катастрофічного нагромадження помилок біосинтетичних механізмів клітини, згідно з іншою – воно є наслідком обмеження можливостей росту клітин. Вважають також, що старіння клітин є механізмом стабілізації кількості клітин у дорослому організмі.

Тривалість життя клітин у різних тканинах дорослого організму людини неоднакова. Клітини деяких тканин живуть дуже коротко – від декількох хвилин (лейкоцити) до декількох діб (клітини кишкового епітелію), чи багатьох років (кардіоміоцити і нейрони). У фізіологічних умовах старіння клітин закінчується програмованою смертю – апоптозом.

**Апоптоз** - природна (запрограмована, фізіологічна) смерть клітин; це активний, генетично контрольований процес загибелі клітин, який регулюється внутрішньоклітинною програмою, а запускається зовнішніми факторами. Апоптоз називається «смертю клітини в результаті самознищення».

**Некроз** (від грец. *nekrosis* – змертвіння, вмирання) – загибель у результаті незворотного пошкодження клітин або ділянки тканини, органу. Загибель клітин настає внаслідок дії різко виражених шкідливих факторів: перегрівання, переохолодження, нестачі кисню (гіпоксії), порушення кровопостачання немії), дії отрут, хімічних препаратів, механічної травми тощо.

## 6. Пластичний і енергетичний обмін

Біохімічні процеси, які вивчаються на рівні тканин і клітин, охоплюють хімічні перетворення і видозміни структур білків, жирів і вуглеводів, що надходять в організм у вигляді їжі. Всі ці процеси відбуваються за участю великої кількості ферментів, які забезпечують певну послідовність обмінних реакцій у часі, місці і швидкості перебігу їх. Одночасно з процесом розкладання складних органічних сполук на простіші у клітині відбуваються також процеси синтезу складних органічних сполук (*біологічний синтез*, або *біосинтез*). Цим терміном позначають усі біохімічні процеси, які відбуваються в живих організмах і супроводжуються утворенням із простих, низькомолекулярних речовин складних високомолекулярних сполук (нуклеїнових кислот, білків, полісахаридів).

Основні хімічні сполуки (амінокислоти, нуклеотиди тощо) синтезуються в клітині із глюкози та аміаку в результаті перебігу кількох сотень послідовних хімічних реакцій. Кожний етап у цій послідовності реакцій здійснюється специфічним ферментом. Глюкоза це джерело енергії в клітині й основна хімічна сполука для синтезу найважливіших органічних речовин.

Сукупність усіх реакцій біосинтезу прийнято називати *асиміляцією* (*анаболізмом*) (лат. уподібнення), або *пластичним обміном*. Усі реакції пластичного обміну відбуваються з поглинанням енергії (*ендотермічні*).

Протилежний процес - розщеплення й окиснення органічних сполук у клітині має назву *дисиміляції* (*катаболізму*) (лат. робити несхожим), або *енергетичного обміну*. Всі реакції енергетичного обміну відбуваються з виділенням енергії (*екзотермічні*).

**Обмін речовин (метаболізм)** – надходження в організм поживних речовин із навколишнього середовища, їх перетворення та виведення з організму продуктів життєдіяльності.

Обмін речовин і енергії в клітині (сукупність пластичного та енергетичного обмінів) це основна умова підтримання життя клітини, основа її функціонування й розвитку.

## ТЕМА 4. КЛІТИННІ ТА НЕКЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ

### План

1. Сучасна біологічна класифікація: археї, бактерії, еукаріоти
2. Класифікація організмів за джерелами енергії та відновлюваними еквівалентами
3. Віруси: стадії розвитку, класифікація, походження, значення

### 1. Сучасна біологічна класифікація: археї, бактерії, еукаріоти

У сучасній біологічній класифікації таксономічною категорією найвищого рангу є **домен** (лат. *Domain* – надцарство). Домен об'єднує царства (у застарілих системах найвищим рангом вважається царство).

У 1990 р. німецький вчений Карл Воуз розділив всі живі організми за системою трьох доменів: Археї (*Archaea*); Бактерії (*Bacteria*); Еукаріоти (*Eukaryota*).

Прокаріоти були розділені на дві групи (Археї і Бактерії), кожна з яких була рівнозначна Еукаріотам. Зараз ця система набула широкого розповсюдження і вважається загальноновизнаною.

**Археї** (лат. *Archaea* – старі) або **архебактерії** (*Archaeobacteria*) – група живих організмів, мікроскопічних одноклітинних прокаріот, які порівняно зі справжніми бактеріями (еубактеріями) мають ряд відмінних фізіолого-біохімічних ознак, передусім механізм генетичної транскрипції і трансляції. Більшість архей екстремофіли. Можуть жити за дуже високих температур (понад 100 °C), у гейзерах та чорних курцях, у дуже солоних, кислих, або лужних середовищах. Зустрічаються мезофіли, які живуть у болоті, стічних водах і ґрунті. В травних трактах тварин і людей знайдені метаногенні археї. Розмножуються археї безстатевим шляхом: бінарним чи множинним поділом, фрагментацією чи брунькуванням.

**Бактерії** (*Bacteria*) (від давн.-грец. βακτήριον – паличка) – одна з основних груп живих організмів. —

мікроскопічні, переважно одноклітинні, організми, для яких характерна наявність клітинної стінки, цитоплазми, різних включень, відсутність ядра, мітохондрій, пластид та інших органел. Присутні у ґрунті, воді, повітрі та як симбіонти у інших організмах. Багато бактерій патогенні, здатні викликати хвороби. Важливі для існування всіх земних екосистем, незамінні на багатьох складових кругообігу речовин у природі (розклад залишків вищих організмів, фіксація атмосферного азоту тощо).

Клітина бактерій представлена цитоплазмою, що охоплюється однією або двома мембранами. Внутрішня мембрана називається цитоплазматичною. Зовнішня мембрана трапляється у разі наявності двох мембран. Простір між двома мембранами називається периплазмою. Гомогенна цитоплазма бактерій заповнена набором розчинних РНК, білками, продуктами і субстратами метаболічних реакцій, називається гіалоплазмою або цитозолем. Інша частина заповнена такими структурними елементами, як хромосома, рибосоми, цитоскелет та ін. немембранні структури, характерні для окремих видів. Зберігання живильних речовин ц бактерій може відбуватися у внутрішньоклітинних гранулах ( глікоген, поліфосфат сірка або полігідроксиалканоати). Відсутність ядерної мембрани є однією з основних відмінностей бактеріальної клітини від клітин еукаріотів.

Вся генетична інформація, що забезпечує життєдіяльність бактерій, міститься в одній молекулі ДНК (бактеріальна хромосома). Розмножуються бактерії, зазвичай, безстатево, шляхом поділу материнської клітини на дві дочірні.

**Еукаріоти** (грец. *eu* – повністю, добре й *ka karion* – ядро) або **Ядерні** – одно- та багатоклітинні організми, з переважно полігеномними клітинами, які мають морфологічно сформоване ядро та мембрані субклітинні органели.

Еукаріоти, на відміну від прокаріотів, зазвичай не містять генів, організованих у великі оперони, процес цитокінезу (поділу ДНК) проходить за участю веретена поділу. Багато клітин еукаріотів здатні до фаго- та піноцитозу, мають морфологічно оформлене ядро, часто також мітохондрії,

пластиди, ендоплазматичний ретикулум, комплекс Гольджі, лізосоми, пероксисоми, мають іншу структуру джгутиків і джгутикових моторів, мають клітинний центр з центріолями. Для багатьох клітин еукаріотів характерні мітоз, мейоз, повноцінний статевий процес, проте набагато нижча ймовірність горизонтального переносу генів.

Зазвичай еукаріотичні клітини більші за розмірами, ніж прокаріотичні – їх середній діаметр становить біля 5-20 мікрон, тоді як у бактерії та архей – 0,5-2 мікрона.

## 2. Класифікація організмів за джерелами енергії та відновлюваними еквівалентами

Живі організми можна класифікувати відповідно до того, яке джерело енергії або карбону вони використовують.

Джерело енергії	Класифікація живих організмів за джерелами вуглецю	
	<i>Автотрофи</i> використовують CO <sub>2</sub> (неорганічні сполуки)	<i>Гетеротрофи</i> використовують органічні джерела вуглецю
<i>Фототрофи</i> використовують енергію сонячного світла	<i>Фотоавтотрофи</i> (зелені рослини)	<i>Фотогетеротрофи</i> (невелика група організмів, зокрема деякі пурпурові бактерії)
<i>Хемотрофи</i> використовують хімічну енергію	<i>Хемоавтотрофи</i> (деякі бактерії)	<i>Хемотротрофи</i> (всі тварини, гриби, більшість бактерій)

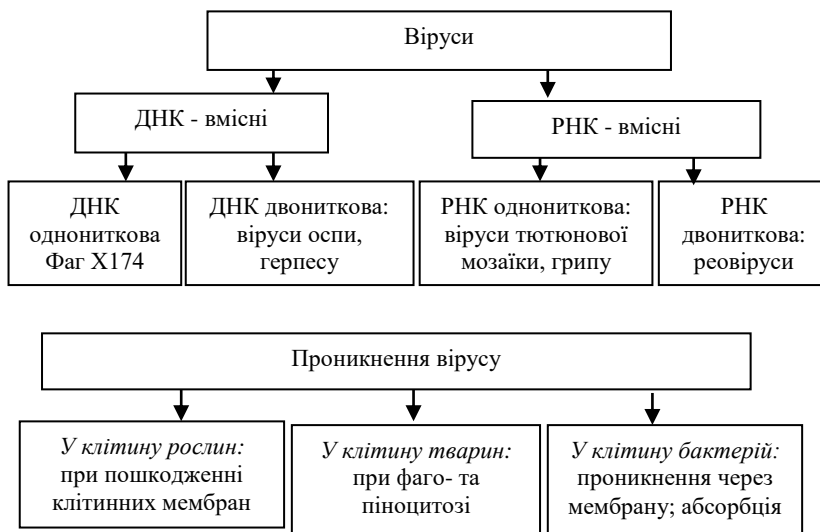
Ті організми, які синтезують всі необхідні їм органічні речовини за рахунок енергії світла, називаються **фототрофами**, а ті, яким для цього потрібна хімічна енергія – **хемотрофами**. Для фототрофів характерна наявність пігментів (зокрема хлорофіл), які поглинають енергію світла і перетворюють її на хімічну енергію. Інша назва процесу фототрофного живлення – фотосинтез.

Організми, що живуть за рахунок неорганічного джерела карбону (CO<sub>2</sub>), називають **автотрофами**, а організми, що використовують органічне джерело вуглецю – **гетеротрофами**.

### 3. Віруси: етапи розвитку, класифікація, походження, значення

Віруси займають проміжне положення між живою і неживою природою. Життєвий цикл проявляється у двох формах: *позаклітинна*, яка не проявляє жодних ознак життєдіяльності та *внутрішньоклітинна* – відбувається процес розмноження. Усі віруси внутрішньоклітинні паразити.

Віруси характеризуються відсутністю клітинної будови, обміну речовин, наявністю тільки одного типу нуклеїнових кислот: ДНК або РНК та капсиду – оболонки з білка. Геном вірусів представлений лінійними або кільцевими формами, містить малий об'єм генетичної інформації. Віруси не ростуть, здатні до кристалізації.



Віруси викликають захворювання рослин, тварин і людини. Здійснюють горизонтальне перенесення генетичного матеріалу (від однієї особи до іншої – на відміну від вертикального перенесення генів у низці поколінь). Використовуються в клітинній та генній інженерії як переносники генетичного матеріалу – вектор.

## ТЕМА 5. ОРГАНІЗМЕННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ. ФОРМИ РОЗМНОЖЕННЯ ОРГАНІЗМІВ

### План

1. Гаметогенез та запліднення
2. Онтогенез: періоди і стадії
3. Спадковість організмів
4. Закономірності мінливості організмів
5. Мутаційна мінливість

### 1. Гаметогенез та запліднення

Процес розвитку й формування статевих клітин – **гамето́генез**. Процес розвитку яйцеклітин у тварин – **ово́генез**, сперматозоїдів у сім'яниках тварин – **сперматогенез**. Для статевих клітин (гамет) характерне одинарне (гаплоїдне) число хромосом, вони розрізняються за співвідношенням об'ємів цитоплазми і ядра (порівняно із соматичними). Жіночі статеві клітини нерухливі і, як правило, більші від чоловічих.

Злиття чоловічих та жіночих гамет, за якого відбувається відновлення диплоїдного числа хромосом, називають – **запліднення**. Запліднення може бути зовнішнє, коли відбувається поза статевою системою самки та внутрішнє, якщо відбувається у статевих шляхах самки.

### 2. Онтогенез: періоди і стадії

Після утворення зиготи починається індивідуальний розвиток організму – **онто́генез**, в якому розрізняють **періоди**:

<i>Ембріональний</i>	Зародок (ембріон) розвивається всередині організму матері або всередині яйця, насінини тощо. Завершується народженням, вилупленням, про- ростанням
<i>Постембріональний</i>	Починається з моменту народження й продовжується до того часу, коли організм стає здатним до розмноження
<i>Період статевої зрілості</i>	Організм здатний до розмноження



*Період старіння*

Знижується рівень обмінних процесів, відбуваються необоротні реакції, що призводять до смерті

Перший етап онтогенезу – *ембріональний розвиток* у свою чергу, можна поділити на кілька періодів.

### ***Стадії ембріогенезу***

Стадія	Процеси
<i>Зигота</i>	Запліднення яйцеклітини
<i>Дроблення</i>	Ряд послідовних мітотичних поділів, за якого утворені клітини ( <i>бластомери</i> ) в інтерфазі не ростуть, і тому їхні розміри зменшуються після кожного поділу. Процес завершується утворенням <i>бластули</i> .
<i>Гаструляція</i>	Частина бластодекти вгинається всередину бластули (інвагінація), утворюючи двошаровий зародок - <i>гаструлу</i> , шари клітин якого дістали назву <i>зародкових листків</i> . На місці вгинання утворюється первинний рот, який веде в замкнену порожнину первинної кишки. Частина бластомерів переміщується в порожнину бластули (імміграція), де вони утворюють внутрішній зародковий листок.
<i>Гістогенез, органогенез</i>	<i>Гістогенез</i> , або розвиток тканин це сукупність процесів, що забезпечують виникнення, існування та відновлення тканин з їх органоспецифічними властивостями. <i>Органогенез</i> - процеси формування зачатків органів та їхньої подальшої диференціації у ході індивідуального розвитку організмів.

У процесі ембріогенезу відбувається формування зародкових листків, які дають початок майбутнім органам та системам організму:

<i>Ектодерма</i>	Дає початок нервовій системі, пов'язаним з нею органам чуття, зовнішньому покриву організму, передній та задній кишкам
<i>Ентодерма</i>	Дає початок хорді кишечнику й пов'язаним з ним органам: шлунку, печінці та органам дихання - легеням
<i>Мезодерма</i>	Дає початок мускулатурі, усім хрящовим і кістковим елементам скелета, кровоносній і сечостатевої системам

*Постембріональний розвиток* організмів може бути **прямий** - у разі народження організму подібного до дорослого; та **непрямий** - у разі утворення личинки, що відрізняється від дорослого організму за багатьма ознаками зовнішньої і внутрішньої будови, за характером харчування, руху тощо. Непрямий розвиток з *неповним перетворенням* можна зобразити у вигляді схеми: яйце → личинка → доросла особина (імаго); непрямий розвиток з *повним перетворенням*: яйце → личинка → лялечка → доросла особина (імаго).

### 3. Спадковість організмів

**Спадковість** - здатність організмів передавати наступному поколінню свої ознаки і властивості, тобто здатність відтворювати собі подібних.

**Ген** - ділянка молекули ДНК, яка інформує про структуру одного білка.

**Алелі** - різні форми одного й того ж гена.

**Локус** - ділянка хромосоми, де розташований певний ген.

**Генотип** - сукупність усіх спадкових властивостей особини, спадкова основа організму, складена сукупністю генів.

**Фенотип** - сукупність усіх внутрішніх і зовнішніх ознак та властивостей особини, що сформувалися на базі генотипу під час індивідуального розвитку.

**Гомозиготи** - особини, у яких у певному локусі гомологічних хромосом присутні однакові алелі; при самозапиленні дають однорідних нащадків.

**Гетерозиготи** - особини, у яких у певному локусі гомологічних хромосом присутні різні алелі; при самозапиленні дають розщеплення за даною парою ознак.

**Моногібридне схрещування** - схрещування батьківських форм, що спадково відрізняються лише за однією парою ознак.

**Дигібридне схрещування** - схрещування батьківських форм, що відрізняються за двома парами ознак.

**Домінування** - проявлення лише однієї з альтернативних ознак у гетерозиготи.

**Домінантна ознака** - ознака, що проявляється в гомозиготи; домінантний ген позначається великою літерою.

**Рецесивна ознака** - ознака, що не проявляється в гомозиготи; рецесивний ген позначається малою літерою.

**Мінливість** - здатність організмів змінювати свої ознаки і властивості.

**Модифікаційна (фенотипова) мінливість** - зміни фенотипу, що виникають під впливом змін зовнішніх умов і не пов'язані зі змінами генотипу.

**Мутації** - зміни генотипу, спричинені структурними змінами генів або хромосом.

**Поліплоїдія** - кратне гаплоїдному набору збільшення кількості хромосом у клітині.

Стать, особини якої мають однакові статеві хромосоми, називається **гомогаметною**. При утворенні гамет усі вони мають однакові статеві хромосоми.

Стать, у особин якої статеві хромосоми різні, називається **гетерогаметною**. Гамети цих особин відрізняються за статевими хромосомами й утворюються в рівному відношенні. Ознаки, гени яких локалізовані в статевих хромосомах, називаються **зчепленими зі статтю**.

#### **4. Закономірності мінливості організмів**

Усі живі організми розвиваються в тісному взаємозв'язку один з одним і з оточуючим довкіллям. Різні фактори середовища (світло, температура, волога, склад ґрунту та ін.) впливають на організми, викликаючи в них зміну зовнішніх та внутрішніх ознак. Таким чином, організм має не тільки

спадковість, яка поставляє матеріал для еволюції і селекції, але і мінливість.

Зміни фенотипу, що виникли під впливом довкілля, але не зачіпають генотипу й не передаються іншим поколінням, називаються **модифікаціями**, а така мінливість - **модифікаційною**.

Види мінливості		
Модифікаційна (фенотипова, неспадкова, масова)	Генотипова (спадкова)	
	Мутаційна (генотипова, спадкова, індивідуальна)	Комбінативна
Зміни - модифікації	Зміни - мутації	Зміни - рекомбінації



Модифікаційні форми  
листіків стрілолиста

- Ступінь вираження модифікації залежить від інтенсивності та тривалості дії чинника
- Модифікації не успадковуються
- Модифікації можуть зникати протягом життя особини, якщо припиняється дія факторів, які їх викликали
- Модифікації, які виникають на ранніх етапах онтогенезу, можуть зберігатися протягом усього життя особини, але не успадковуватися
- Модифікації спрямовані на пристосування організмів до змін дії тих чи інших факторів

Різні ознаки організму по-різному змінюються під впливом зовнішніх умов. Межі, у яких можлива зміна ознак у даного генотипу, називаються **нормою реакції**.

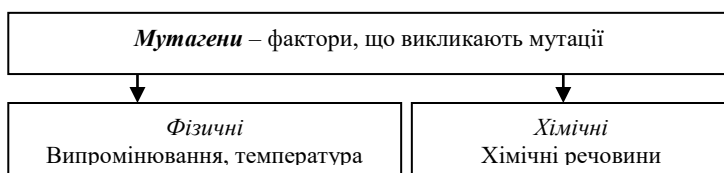
## 5. Мутаційна мінливість

**Мутації** - дискретні зміни генетичного матеріалу.

*Властивості мутацій:* мутації виникають раптово, стрипкоподібно; мутації - рідкі події; мутації успадковуються,

тобто стійко передаються з покоління в покоління; мутації неспрямовані: мутувати може будь-яка ділянка, викликаючи зміни як незначних, так і життєво важливих ознак; одні й ті самі мутації можуть виникати повторно; за своїм проявом мутації можуть бути як корисними, так і шкідливими та нейтральними, як домінантними, так і рецесивними.

*Значення мутацій:* мутації – джерело спадкової мінливості організмів, яке постачає матеріал для природного та штучного добору; мутації широко використовуються в селекції тварин, рослин та мікроорганізмів; штучні мутації використовуються при розробці генетичних методів боротьби зі шкідниками і хворобами цінних для людини видів.



Різні види організмів і навіть різні особини одного виду відрізняються індивідуальною чутливістю до мутагенів. Проте: частота мутацій зростає, якщо дія мутагену сильніша і триваліша; для мутагенів не існує нижньої межі їхньої дії.

*Типи мутацій за рівнем виникнення:* генні (точкові); хромосомні; геномні.

*Типи мутацій за походженням:* Спонтанні (виникають без наявних причин); індуковані (виникають під впливом мутагенних факторів - мутагенів).

*Типи мутацій за місцем виникнення:* генеративні (виникають у гаметах і виявляються у наступних поколіннях); соматичні (виникають у соматичних клітинах, виявляються в цьому організмі, можуть передаватись нащадкам при вегетативному розмноженні).

*Типи мутацій залежно від впливу на життєдіяльність організму:* летальні (призводять до загибелі організму); сублетальні (знижують життєздатність організму); нейтральні (за певних умов не впливають на організм); корисні (підвищують життєздатність організму).

## ТЕМА 6. ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ РОСЛИННОГО ОРГАНІЗМУ ЇХНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ, РЕГУЛЯЦІЯ ТА ПРИСТОСУВАННЯ

### План

1. Водний режим рослин
2. Фракційний склад внутрішньоклітинної води
3. Надходження і транспортування води в рослинному організмі
4. Коренева система як орган поглинання води
5. Рушійні сили висхідного потоку води. Транспірація
6. Особливості водного режиму різних екологічних груп рослин

### 1. Водний режим рослин

**Водообмін** - найважливіший регулятор водного статусу клітин і невід'ємна частина їхнього метаболізму, це основа взаємозв'язку рослин із водною фазою ґрунту й атмосферою, один із головних керованих факторів продуктивності, прямий індикатор життєдіяльності рослинного організму.

Серед хімічних сполук живих організмів вода в кількісному відношенні займає домінуюче положення. В листках мезофітів її майже до 85 %, а в корені до 99 % сирої маси. Щодо стану сухого насіння та спор, де вміст води становить 3...15 %, то вони перебувають у стані анабіозу, коли інтенсивність метаболізму в них зведена до мінімуму.

Висока обводненість характерна не лише рослинам, а й всім живим організмам, причому не лише наземним, а і водним. Встановлено **порогове** (тобто мінімальне) значення вмісту води в клітинах, нижче якого рослинний організм гине. Така вода дістала назву **гомеостатичної**. Для різних представників рослинного світу вміст гомеостатичної води неоднаковий, але завжди досить значний. Так, для рослин гігрофітів він становить 65...70 %, мезофітів - 45...60, ксерофітів - 25...27 %.

За рахунок води створюється **гідростатичний тиск** - **тургор**, від якого залежить характерна форма рослинних тканин і органів. Вода - терморегулюючий фактор, адже завдяки своїй

високій теплоємності вона захищає рослину від різких коливань температур зовнішнього середовища. Це внутрішнє середовище організму, чим пояснюється необхідність високого рівня обводненості тканин. Разом із тим незрозуміле, чому вода, яка не вступає в біохімічні процеси, весь час кудись зникає, що потребує постійного надходження її ззовні

*Згідно з основними положеннями загальної біології активний прояв життєдіяльності можливий лише у водному середовищі, яке повсякчас поновлюється.*

Безперервно циркулюючи в організмі, вода постачає клітинам субстрати та метаболіти, одночасно виносячи продукти їхньої життєдіяльності, в тому числі й токсичні. Все це забезпечує *гомеостаз* і функціонування організму як єдиного цілого.

## **2. Фракційний склад внутрішньоклітинної води**

Деякі іони підвищують рухомість молекул води, а інші знижують. Якщо трансляційний рух води підвищується це *від'ємна гідратація*, а якщо знижується - *позитивна*.

**Гідратація** це орієнтування молекул води в електростатичному колі йона.

Від'ємну гідратацію спричинюють йони калію, цезію, аміаку, хлору, йоду та нітратів; позитивну - йони магнію, кальцію, натрію, сульфатів.

В цитоплазмі, де присутні йони, низько- та високомолекулярні сполуки, відбувається гідратація всіх її компонентів. Воду, яка зв'язана йонами та низькомолекулярними сполуками, називають ***осмотична зв'язаною водою***.

У клітинних оболонках і судинах провідної системи локалізована ***капілярно зв'язана вода***. Крім того, слід розрізняти *імобілізовану*, або *структурно зв'язану* воду.

**Імобілізація** це механічне захоплення води в разі конформаційних змін молекул, внаслідок чого молекули потрапляють в замкнутий простір.

Більша частина іммобілізованої води зберігає властивості чистої води. Однак її досить важко використати, тому цю фракцію води вважають **зв'язаною**.

Воду, зв'язану як із внутрішніми, так і з розташованими на поверхні групами, називають **колоїдно зв'язаною** водою.

Амінокислоти мають у своєму складі два електронегативні елементи - азот і кисень, які здатні утворювати водневі зв'язки з водою за рахунок невизначених пар електронів. Принципової різниці в гідратації амінокислот та вуглеводів немає. Гідратація білків здійснюється за рахунок взаємодії молекул води з гідрофільними, гідрофобними радикалами та іммобілізації її в замкнених ділянках.

До складу протоплазми в значних кількостях входять і ліпіди, які мають у своєму складі велику кількість гідрофобних груп, однак їх дія на воду залишається нез'ясованою.

Вода, як складова частина протоплазми, в рослині перебуває переважно в *стабілізованому стані*, тобто її активність знижена. Причина **стабілізації** - зв'язування води шляхом гідратації та за рахунок бар'єрної функції мембран. В результаті цього формується фракція *колоїдно зв'язаної* води, найбільш *стабільний водний запас організму*, що забезпечує стійкість рослин у стресових ситуаціях. Частина води, яка належить до *осмотично зв'язаної* та так званої фракції *вільної води*, бере участь переважно у фізіологічних процесах.

### **3. Надходження і транспортування води в рослинному організмі**

Переважна маса води надходить в рослину через кореневу систему із ґрунту. Розподіл кореневої системи в певних горизонтах ґрунту часто обумовлений розподілом води в ґрунті. Ґрунт складається з трьох фаз: **твердої** (мінеральні частинки, гумус), **газоподібної** (ґрунтове повітря) та **рідкої** (ґрунтовий розчин).

Водний режим ґрунтів залежить від явищ, які зумовлюють надходження вологи в ґрунт, її пересування по профільних горизонтах, утримання та втрати (випаровування) води.



Розрізняють такі форми ґрунтової води: *гравітаційна вода*, яка заповнює крупні проміжки між частинками ґрунту і доступна для рослин; *капілярна вода*, яка заповнює капілярні пори ґрунту й утримується в них силами поверхневого натягу і також доступна для рослин; *плівкова вода*, що оточує колоїдні частинки ґрунту. Така вода із периферійних шарів гідратаційних оболонок може поглинатися клітинами кореня. Разом з тим, чим ближче до колоїдних частинок знаходяться молекули води, тим з більшою силою вони утримуються і, як правило, менш доступні для рослин; *гігроскопічна вода*, яка адсорбується сухим ґрунтом, що перебуває в атмосфері з 95 % відносною вологістю повітря. Ця форма води недоступна для рослин.

Недоступна вода становить так званий *мертвий запас*, величина якого залежить від фізико-хімічних особливостей ґрунту, його структури. *Коефіцієнт в'янення рослин* – межа вологості ґрунту, за якої спостерігаються незворотні ознаки в'янення рослин, їхній тургор таких умов не відновлюється, припиняється приріст біомаси та формування врожаю. У різних ґрунтів коефіцієнт в'янення неоднаковий.

Рідка фаза ґрунту - ґрунтовий розчин, активно впливає на водний режим рослин. Концентрація цього розчину зумовлює його *водний потенціал*. Вода ґрунтового розчину утримується з різною силою: легкодоступна - 0,5 МПа, середньодоступна - 1,0...1,2 та важкодоступна - 2,5...3,0 МПа. Пересувається вона в ґрунті завдяки різниці водних потенціалів між різними частинами системи ґрунтового розчину.

За *повної польової вологості ґрунту* (вологість, за якої всі пори ґрунту заповнені водою) водний потенціал ґрунту близький до нуля, тому вода легко надходить до клітин кореня. Якщо потенціал ґрунтової води нижчий за потенціал води в клітинах кореня, рослина в'яне.

*Вода завжди надходить в напрямі більш від'ємного водного потенціалу, тобто від тієї системи, де її енергія більша, туди, де її енергія менша. Слід пам'ятати, що визначальним під нас пересування води є градієнт водного потенціалу.*

#### 4. Коренева система як орган поглинання води

Для виконання своїх основних функцій - поглинання із ґрунту води та мінеральних солей, корінь має здатність орієнтуватися в просторі, реагувати на градієнти життєво важливих факторів, просуватися у відповідності з цим в ґрунтових профілях і створювати максимальну поверхню для контакту із ґрунтом. Усі особливості будови кореня найтісніше пов'язані з виконанням цих функцій. Завдяки величезній поверхні кореня забезпечується надходження води в рослину із великого об'єму ґрунту. Коренева система здатна активно пересувати воду в клітинах кореня в певному напрямі, крізь кореневі волоски, клітини корової паренхіми, ендодерму, перициклу до судин ксилеми осевого циліндра кореня.

Зона найбільш інтенсивного поглинання води коренем збігається з його зоною розтягування та зоною розвитку корневих волосків. Деяка кількість води може надходити і крізь опробковілу зону кореня. Це характерно головним чином для дерев. У таких випадках вода проникає крізь *сочевички* або в разі *поранення* кореня.

Крізь клітини паренхіми кори можливі два шляхи транспортування води: *позаклітинний*, або *апопластний*, коли вода транспортується крізь об'єднану систему клітинних оболонок в обхід протопласту клітин та *міжклітинний*, який поєднує транспортування води крізь плазмодесми, мембрани та цитоплазму живих клітин, або *симпластний*.

Оскільки опір клітинних оболонок для води значно нижчий, ніж у цитоплазмі, *радіальне* (ближнє) транспортування води здійснюється в цій частині кореня в основному апопластним шляхом.

Два основні процеси забезпечують дальнє транспортування води та розчинених у ній речовин по рослині: *транспіраційний потік* і *пересування фотоасимілятів*. Для такого транспортування існують провідні тканини: судини та трахеїди в ксилемі для транспіраційного потоку і ситоподібні трубки флоєми для асимілятів.

Ближнє транспортування до провідних судин і від них здійснюється крізь клітини неспеціалізованих тканин, які

складаються з низки розмежованих, тобто відокремлених одна від одної систем - апопласту та симпласту. Усі ці системи слугують для ближнього транспортування: *симпласт* для мінеральних та органічних речовин, *апопласт* для води та неорганічних солей. Вакуолі як дискретні системи слугують виключно для надходження води.

Вода пересувається по рослині із зони з високим водним потенціалом (грунт) у зону з більш низьким водним потенціалом (атмосфера) відповідно з його градієнтом. Водний потенціал помірно зволоженого повітря на кілька десятків тисяч кілопаскалей нижчий, ніж у рослині, тому вода і прагне покинути тканину рослини.

## 5. Рушійні сили висхідного потоку води. Транспірація

Висхідне пересування здійснюються в результаті спільної дії таких факторів, як **кореневий тиск** (*нижній кінцевий двигун*) та **транспірація** (*верхній кінцевий двигун*).

Вода, що надійшла в клітини кореня, під впливом різниці водних потенціалів, які виникають завдяки транспірації і кореновому тиску, пересувається провідними елементами **ксилеми** (провідна тканина, по якій здійснюється висхідне транспортування води і мінеральних речовин в рослині).

У нормі вода із рослини виходить у вигляді пари. Для переходу води з рідкого стану в пароподібний використовується сонячна енергія. Випаровується вода крізь *продихи*, *кутикулу* та *сочевички*, як наприклад, у дереві після опадання листків. За звичайних умов, у ксилемі потік води існує як результат транспірації. У разі слабкої транспірації концентрація солей в ксилемі зростає і за законами осмосу сприяє руху всередину кореня. Вода, рухаючись крізь тканини кореня до центрального циліндра, в клітинах ендодерми має проникнути крізь їхню мембрану та протопласта, оскільки їхні оболонки непроникні для води. Тому циліндричний прошарок клітин ендодерми є немовби єдиною мембраною, по один бік якої (в ксилемі) міститься концентрований розчин, а по інший (з боку ґрунту та тканин кореня) розчин значно слабшої концентрації. Внаслідок

різниці концентрацій саме тому вода дифундує з ґрунту в ксилему крізь цю умовну оболонку.

Непроникні клітини ендодерми (точніше їхні оболонки) виконують ще одну функцію: вони не дають змоги солям, що надійшли в ксилему, здійснити зворотний шлях, тобто вийти назовні крізь апопласт. Ось за таких умов у кореневій системі розвивається тиск у кілька атмосфер - *кореневий тиск*.

В разі незначної транспірації, коли кількість води, яка надходить у рослину, перевищує ту, що випаровується нею спостерігається *гутація* - виділення краплин рідкої води крізь *гідаходи* - водяні продиhi по краях листків у місцях закінчення листкових жилок. Гутація в природних умовах відбувається головним чином вночі і вранці, коли кореневий тиск підвищується. Гутації також сприяє помірно тепла та волога погода, коли повітря, що оточує рослину, насичене водяним паром. Отже, *плач рослин*, як і *гутація*, свідчить про те, що *коренева система поглинає воду і нагнітає її в рослину*. На цій основі кореневу систему рослин називають нижнім кінцевим двигуном. При цьому рослини захищені від можливих втрат мінеральних речовин.

Кореневий тиск складається із двох складових частин: осмотичної та метаболічної, причому остання потребує затрат АТФ.

**Транспірація** це фізіологічний процес випаровування води рослиною. Жилки листка, що складаються із *ксилеми* та *флоеми*, утворюють настільки густу сітку, що будь-яка його клітина знаходиться дуже близько від джерела води. Із ксилеми вода апопластним шляхом надходить до клітин мезофілу. Отже, вода в рідкому стані заповнює шлях від ґрунту крізь тканини кореня та стебла до клітин мезофілу (основна тканина (паренхіма) листка між шарами епідерми; клітини її звичайно містять хлоропласти) в листку.

Транспірація буває *продихова* (крізь продиhi), *кутикулярна* (крізь кутикулу) і *лентикулярна* (крізь сочевички).

## 6. Особливості водного режиму різних екологічних груп рослин

Пристосування рослин до різних умов водопостачання позначилося на їхніх морфологічних, анатомо-фізіологічних і біохімічних особливостях. Залежно від екологічної ніші, яку вони займають, слід виділити насамперед *водні рослини* (*гідатофіти*) та *наземні*. В свою чергу, їх поділяють на *пойкілогідрові* (*бактерії, ціанобактерії та деякі інші водорості, лишайники*), що пристосувалися витримувати дефіцит вологи без значних втрат життєдіяльності, та *гомойогідрові* (*наземні папоротеподібні, голонасінні, квіткові*), тобто більшість рослин суші. Для них характерна наявність тонких механізмів регуляції продихової та кутикулярної транспірації.

Рослини різних зон поділяють на відповідні екологічні типи, серед яких розрізняють: гідатофіти, гігрофіти, мезофіти, гідрофіти та ксерофіти.

**Гідатофіти** це водяні рослини, які цілком або частково занурені у воду (кушир, елодея, водяна лілія тощо). У них мало розвинена механічна тканина, провідні елементи, оскільки поживні речовини поглинаються всією поверхнею рослин.

**Гігрофіти** це рослини, що ростуть в умовах значного зволоження, мають гігоморфну структуру (відносно великі розміри клітини, тонкі клітинні оболонки, більші за розміром продихи). У гігрофітів стебло видовжене, коренева система розвинена слабо.

**Мезофіти** це рослини середньозвожених місць, переважно представники культурної флори. Ці рослини різноманітні, дуже поширені на земній кулі і мають величезне значення в житті людини. Вони широко використовуються в сільському господарстві. Це хлібні злакові рослини, кормові трави, овочеві, технічні, олійні, кормові, плодові, волокнисті та інші культури.

**Гідрофіти** це рослини, які розвиваються в умовах достатнього водопостачання, на низинних місцях з неглибоким заляганням ґрунтових вод, болотах, озерах, на берегах рік, морів тощо. Мають досить розвинені механічні та провідні тканини,

міжклітинники і повітряні порожнини, крізь які повітря доходить до занурених у воду частин рослин.

**Ксерофіти** це рослини, що відрізняються від представників мезофітів і гідрофітів незвичайною формою та будовою. До цієї групи належать рослини пустель, напівпустель, сухих степів, де умови водопостачання ускладнені у зв'язку з нестачею води. Отже, можна дати визначення ксерофітів як рослин сухих місць зростання, що здатні в процесі онтогенезу добре пристосовуватися до посухи завдяки специфічним ознакам і властивостям, що виникли під впливом умов існування в процесі еволюції.

За морфологічними ознаками ксерофіти надзвичайно різноманітні: це *кактуси, сукуленти, тонколисті ксерофіти, жорстколисті ксерофіти, ефемери*.

## ТЕМА 7. АДАПТАЦІЯ ТА МЕХАНІЗМИ СТІЙКОСТІ РОСЛИН

### План

1. Фізіологія стресу
2. Посухо- та жаростійкість
3. Холодо- та морозостійкість
4. Соле- та газостійкість

### 1. Фізіологія стресу

Загальноприйнятого біологічним співтовариством визначення стресу досі немає. Як правило, під стресом розуміють комплекс змін у клітині (організмі), який забезпечує підтримання нативності у той час, коли зовнішні впливи такі, що гомеостатичні механізми вже недостатні для підтримання життєдіяльності, а нові генотипові пристосування ще не завершені через повільну їх реалізацію.

Адаптація - біологічного об'єкта, що характеризується підвищеною стійкістю до повторної дії стрес-фактора, який спричинив відповідні пристосувальні реакції, або ж до іншого фактора (перехресна чи множинна адаптація).

Стійкість - реакція організму на дію несприятливих факторів; здатність витримувати стресові навантаження; ймовірність ефективного функціонування біологічного об'єкта; фактор надійності організму як живої системи. Стійкість – генетично детермінована ознака, що успадковується. Водночас стійкість рослин змінюється в онтогенезі і під впливом зовнішніх умов. Це значною мірою потенційна властивість рослин і може бути повністю реалізована в екстремальних ситуаціях.

Стійкість та адаптація рослин до несприятливих факторів визначається двома основними способами. За одного з них рослини уповільнюють або припиняють ріст, що дає змогу їм пережити дію несприятливих умов, а за їх припинення відновити свій ріст. За іншого способу рослини підвищують рівень своєї життєдіяльності завдяки змінам метаболізму (активності ферментів, інтенсивності дихання тощо).

## **2. Посухо- та жаростійкість**

У період активної вегетації рослини можуть зазнавати дії різних за інтенсивністю стресових температур, тому в ході еволюції у них сформувалися різноманітні механізми захисту від негативної дії несприятливих температур. До них належить і здатність до теплового загартування – підвищення теплостійкості у відповідь на дію високих температур.

Природа рецептора, за допомогою якого рослинна клітина сприймає температурні зміни, дотепер залишається невідомою. Припускають, що стан мембранних ліпідів змінюється як при зниженні, так і при підвищенні температури. Як наслідок, змінюється і стан мембранозв'язаних білків. Підвищення текучості мембран може впливати на експресію генів.

Також вважають, що важливими посередниками між температурною дією і біохімічною відповіддю клітини можуть бути активні форми кисню (АФК) та продукти пероксидного окиснення ліпідів.

Формування загальної стійкості рослин до підвищених температур відбувається за участі системи індукованого біосинтезу білка.

### **3. Холодо- та морозостійкість**

Морозостійкість включає в себе властивість холодостійкості, але, на відміну від холодостійких, морозостійкі рослини здатні виживати за дії морозу (від'ємних температур), що супроводжується утворенням (нуклеацією) міжклітинного і позаорганного льоду (Трунова, 2007). Це унікальна властивість, притаманна виключно рослинам. Ніякі інші організми не залишаються живими після утворення льоду. Властивість морозостійкості є основою існування великої групи багаторічних рослин, що ростуть в умовах холодного і помірного клімату.

Встановлено, що нуклеаторами льоду в рослинних тканинах можуть бути комплекси, що складаються з фосфоліпідів, вуглеводів і білків.

Нуклеація льоду в міжклітинниках хоча і є шляхом уникнення летального внутрішньоклітинного льодоутворення, не є безпечною для рослин і також може спричиняти пошкодження. Виділяють дві основні їх причини: зневоднення протопластів і механічні пошкодження зневодненої протоплазми

Зневоднення протоплазми є переважною причиною загибелі незагартованих рослин, загартовані частіше гинуть через механічні пошкодження.

Особливо чутливими структурами клітини, що легко пошкоджуються при гіпотермії, є клітинні мембрани. В процесі охолодження в'язкість ліпідного бішару мембран поступово підвищується, а при досягненні критичної низької температури різко зростає внаслідок фазового переходу ліпідного бішару з рідиннокристалічного стану в стан гелю.

Значні порушення за дії гіпотермії відбуваються не лише в плазмалемі, а й в мембранах хлоропластів та мітохондрій. При цьому можливе необоротне пригнічення фотосинтетичного і окиснювального фосфорилування.



У запуску адаптації до морозів задіяний комплекс сигнальних систем. Як уже зазначалося, первинним рецептором зниження температури можуть бути мембрани, в'язкість яких за зниження температури змінюється практично миттєво. Такі зміни, зокрема, можуть призводити до відкриття кальцієвих каналів і активації подальших шляхів сигнальної трансдукції. Практично не дослідженим залишається питання диференційованих, послідовних, довготривалих змін експресії генів, що супроводжують весь процес загартування.

#### 4. Соле- та газостійкість

Дикорослі і культурні рослини на вплив солей реагують неоднаково. Рослини, які можуть розвиватися за високих концентрацій солей в ґрунті (понад 300 мМ), називають *галофітами*. Їх пристосування до життя на засолених ґрунтах відбувається різними шляхами, відповідно виділяють три групи галофітів. До першої групи належать *евгалофіти*, або справжні галофіти, які здатні накопичувати в тканинах велику кількість солей за рахунок депонування їх у вакуолях. Саме тому вони розвивають високий осмотичний потенціал, значну всисну силу, завдяки чому мають здатність поглинати воду із засолених ґрунтів. Друга група – *криногалофіти*, або солевидільні галофіти. Поглинуті солі вони виділяють особливими солевидільними залозами, кількість яких зростає з підвищенням засолення ґрунтів. Для солевидільних галофітів характерна несуккулентна організація, вони мають високу інтенсивність транспірації. Третю групу складають *глікогалофіти* – соленепроникні галофіти (наприклад, полин – *Artemisia salina*), клітини яких підтримують високий осмотичний потенціал за рахунок органічних осмотично активних сполук. Більшість культурних рослин не є солестійкими. Із зернових найвищу солестійкість має сорго, підвищена вона у бавовника, соняшника, кавуна. Водночас серед культурних рослин немає галофітів – рослин, які краще ростуть при засоленні, ніж за його відсутності.

Адаптація до засолення залежить передусім від здатності рослин підтримувати іонний гомеостаз і накопичувати

різноманітні протекторні речовини, що підвищують інтенсивність поглинання води із засоленого середовища і зменшують негативний вплив солей та нестачі води на біомакромолекули і обмін речовин в цілому. Ряд дослідників відводять основну роль неселективним іонним каналам, що мають відносно низьку  $K^+/Na^+$  -селективність і здатні пропускати багато іонів. Провідність даних каналів не залежить від змін трансмембранного електричного потенціалу. Відомо, що іони  $Ca^{2+}$ , конкуруючи з іонами  $Na^+$ , можуть блокувати такі канали і знижувати тим самим поглинання іонів натрію коренями.

Рослини не володіють сформованою в ході еволюції системою адаптації до шкідливих газів, і тому властивість протистояти ушкоджуючій дії газів ґрунтується на механізмах стійкості до інших несприятливих факторів. Гази і пара, легко проникаючи в тканини рослин через продиhi, можуть безпосередньо впливати на обмін речовин клітин, вступаючи в хімічні взаємодії вже на рівні клітинних стінок і мембран. Пил, осідаючи на поверхні рослин, закупорює продиhi, чим погіршує газообмін листків, ускладнює поглинання світла, порушує водний режим.

По зменшенню токсичного впливу на рослини газу можна розташувати в наступні ряди: 1)  $F_2 > Cl_2 > SO_2 > NO > CO > CO_2$  чи 2)  $Cl_2 > SO_2 > NH_3 > HCN > H_2S$ .

Дихання в умовах забруднення, як правило, спочатку зростає, а потім знижується в міру розвитку ушкоджень. Усі ці зміни порушують ріст рослин, прискорюють процеси старіння в них. Дуже сильно страждають від кислих газів хвойні породи.

Відносно швидкості і сили прояву патологічних процесів під впливом газів, у рослин розрізняють *газочутливість* і *газостійкість*. Для газостійкості істотна властивість рослин: регулювати надходження токсичних газів, підтримувати буферність цитоплазми і її іонний баланс, здійснювати детоксикацію отрут, що утворюються. Газостійкість рослин підвищується при оптимізації мінерального живлення і загартуванні насінневого матеріалу.

## ТЕМА 8. СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ПРИРОДНУ СИСТЕМУ ТВАРИННОГО СВІТУ. ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТВАРИН

### План

1. Поширення тварин у біосфері
2. Вплив біотичних, абіотичних та антропогенних факторів на тварин
3. Популяційні організації та ланцюги живлення, екологічні піраміди

### 1. Поширення тварин у біосфері

Тварини розповсюджені у всіх частинах біосфери: гідросфері, атмосфері, літосфері.

Тварин гідросфери (*гідробіонти*) поділяють на кілька груп: планктон, нектон, бентос. *Планктон* (гр. *planktos* – блукаючий) - сукупність організмів, які населяють товщу води і пасивно переносяться течією. До складу зоопланктону входять найпростіші, медузи, черви, ракоподібні, личинки безхребетних і риб. *Нектон* (гр. *nektos* – плаваючий) - сукупність організмів, здатних активно плавати на значні відстані. Нектонними організмами є китоподібні, риби, головоногі моллюски. *Бентос* (гр. *benthos* – глибина) - сукупність організмів, які живуть на поверхні ґрунту та в ґрунті морських і континентальних водойм. До складу зообентосу входять найпростіші, губки, кишковопорожнинні, черви, моллюски, ракоподібні.

Тварини - жителі атмосфери (*авіабіонти*), зосереджені переважно в нижніх її шарах на межі із землею, проте є й такі, що піднімаються на значну висоту. Павукоподібні зустрічаються на висоті близько 9000 м, птахи (клушиці, грифи) - 8000 м, комахи (метелики, перетинчастокрилі) - 6000 м, ссавці (снігові барси, гірські барани, яки) - 5500 м. Дикі гуси під час сезонних міграцій спостерігалися на висоті 9500 м, де температура досягає -40°C.

Тварини, що населяють сушу (*хтонобіонти*), по поверхні Землі поширені нерівномірно. Кожній ландшафтній зоні властива своя фауна (гр. *Fauna* - богиня лісів, полів, звірів)

– сукупність тварин, яка склалася історично й населяє певну територію. Значна частина видів пристосувалася до життя на деревах (**дендробіонти**).

У ґрунті життя зосереджене переважно в поверхневих шарах. Більшість жителів ґрунту - **едафобіонтів** (гр. *edaphos* – ґрунт, земля) мешкає в поверхневих шарах, не опускаючись нижче ніж 50 см. Нори деяких тварин (ящірок, кротів, землерийок, борсуків та ін.) сягають глибини 2-3 м. Дощові черви, терміти і мурашки-листорізи в пошуках вологих горизонтів закопуються іноді на 5-8 м.

## **2. Вплив біотичних, абіотичних та антропогенних факторів на тварин**

Кожен вид тварин живе в певному зовнішньому середовищі, зазнаючи впливу його різноманітних факторів, пристосовується (адаптується) до відповідних умов і у свою чергу – як зворотний зв'язок - впливає на середовище.

Періодичні зміни факторів середовища зумовлюють появу у тварин біологічних циклів - ритмічних повторень біологічних явищ. Біологічні цикли можуть бути *добовими*, *сезонними (річними)* і *багаторічними*. *Добові* виражаються закономірним коливанням фізіологічних явищ у поведінці тварин протягом доби (здебільшого чергування періоду активності і спокою). Залежно від того, в яку пору доби тварини ведуть активний спосіб життя, їх поділяють на денних, нічних, присмеркових і тварин з цілодобовою активністю. *Сезонні біологічні цикли* – періодичність линяння, розмноження, міграцій, сплячки тощо – є пристосуванням до сезонних змін умов існування. *Багаторічні біологічні цикли* пов'язані з коливанням планетарних факторів, наприклад, зміною сонячної активності. Вони проявляються в інтенсивності розмноження і коливаннях чисельності окремих видів (наприклад, масова поява деяких видів комах, мишоподібних гризунів та інших тварин через певну кількість років).

Найбільш сприятливий вплив того чи іншого фактору на тваринний організм характеризується як **оптимум** (лат. *optimum* – найкраще). **Песимум** (лат. *pessimum* – найгірше) -

несприятлива для організму інтенсивність екологічного фактора, за якої він ще може існувати, однак перебуває в пригніченому стані. Розрізняють мінімум і максимум певного фактора, поза якими життя організму припиняється. Отже, кожен вид тварин існує при певному кількісному вираженні того чи іншого фактора середовища. Витривалість виду відносно коливань будь-якого екологічного фактора називається **толерантністю** (лат. *tolerantia* - терпіння). Організми, що можуть витримувати значні зміни навколишнього середовища, називають **еврибіонтними** (гр. *eury*s – широкий, *bion* - існуючий). Навпаки, **стенобіонти** (гр. *stenos* – вузький, *bion* - існуючий) – тварини, що можуть жити за відносно постійних умов середовища, при незначному коливанні його факторів.

Види з широкою пластичністю краще пристосовуються до мінливих умов середовища і здебільшого виживають.

**Абіотичні фактори в житті тварин.** Серед кліматичних факторів найважливішим у житті тварин є температура. Кожен вид характеризується певним діапазоном температур, у межах якого зберігається його активність. Особливо залежні від температурного фактора холоднокровні, або **пойкілотермні** (гр. *poikilos* – змінний, *therme* - теплота), температура тіла яких змінюється при зміні температури навколишнього середовища (здебільшого дорівнює їй або на 1-2 °C вище). До цієї групи належать усі тварини, крім птахів і звірів. При значному відхиленні температури від оптимуму холоднокровні тварини впадають у стан анабіозу або гинуть. **Анабіоз** (гр. *anabiosis* - оживлення) – стан організму, при якому життєві процеси тимчасово припиняються або так уповільнюються, що зникають усі прояви життя. Птахи і звірі як теплокровні, або гомойотермні (гр. *homoi*os - однаковий) тварини, у процесі еволюції набули здатності до терморегуляції: вони підтримують температуру свого тіла на постійному рівні, незалежно від змін температури навколишнього середовища. Евритермні тварини витримують значні коливання температури, до них відносяться більшість наземних тварин помірних широт.

Необхідною умовою існування і зовнішнім регулятором фізіологічних реакцій багатьох тварин є світло. Інфрачервоні

промені світла, які є важливим джерелом теплової енергії, поглинаються тканинами тварин, спричинюючи їх нагрівання. У холоднокровних тварин вони сприяють підвищенню температури тіла. Дія світлового фактору має чітку добову і сезонну періодичність, зумовлену обертанням Землі. Реакція організмів на сезонні зміни тривалості дня, що проявляється в коливанні інтенсивності фізіологічних процесів, називається **фотоперіодизмом**. У багатьох тварин, наприклад комах, кліщів, довжина світлового дня зумовлює настання *dianaузи* – періоду спокою в їх розвитку. Оскільки протягом року тривалість дня змінюється суворо закономірно, без випадкових коливань, як інші екологічні фактори, то в різних групах організмів у процесі еволюції природний добір виробив спеціальні фотоперіодичні реакції на сезонні зміни в природі.

**Едафічні фактори** – це фізичні й хімічні властивості ґрунту, які впливають на будову і життєдіяльність тварин. Цей вплив може бути як опосередкований так і безпосередній.

**Біотичні фактори** - це фактори органічного світу (рослинність, тварини), які визначають умови існування організму в тій чи іншій місцевості. Біотичні фактори проявляються у формі взаємовпливів живих організмів один на одного. Між собою тварини вступають у складні зв'язки. Найпоширенішими біологічними взаємовідносинами на антагоністичній основі є *хижацтво*, *паразитизм* і *конкуренція*, а позитивним – *симбіоз* (коменсалізм, нахлібництво, квартирантство, мутуалізм) і *взаємодопомога*.

**Антропогенні фактори** – внесені в природу людською діяльністю зміни, що впливають на органічний світ (хімічне, радіаційне, шумове та біологічне забруднення). Вплив людини на тварин може бути безпосереднім або опосередкованим, мати як негативні, так і позитивні наслідки. Результат цього впливу – зміна чисельності тварин. Біологічне забруднення середовища - це випадкове або пов'язане з діяльністю людини проникнення в екосистеми не властивих їм видів. Причиною вимирання місцевих видів може бути **інтродукція** (лат. *introductio* - введення) - переселення окремих видів у місцевість, де вони раніше не жили. Так, відомо, який негативний вплив

спричинило переселення в нашу країну американської норки на європейську норку, канадського бобра - на європейського. Водночас до життя в антропогенних ландшафтах пристосувався ряд тварин: воронів птахи, пацюки, миші, таргани та ін. Це так звані **синантропні** тварини (гр. *syn* - разом, і *anthropos* - людина), існування яких тісно пов'язане з людиною і населеними пунктами. Живлячись продуктами харчування людини та відходами від її господарської діяльності, вони масово розмножилися.

### **3. Популяційні організації та ланцюги живлення, екологічні піраміди**

**Популяція** (лат. *populus* – народ, населення) – сукупність особин одного виду, яка тривалий час займає певну територію, відтворює себе протягом великої кількості поколінь і певною мірою ізольована від інших популяцій даного виду.

**Біоценоз** (гр. *bios* – життя, *koinos* - спільний) – історично складена сукупність живих організмів різних видів, що населяють ділянку суші або водойми з більш-менш однотипними умовами існування (біотоп). Це динамічна система, яка постійно змінюється якісно (видовий склад) і кількісно (чисельність окремих видів).

Сукупність тварин, що входять до складу біоценозу, утворює **зооценоз**. Зооценоз формується в комплексі взаємозв'язків із фітоценозом, мікоценозом, мікробіоценозом та неорганічним середовищем.

**Екосистема** (гр. *oikos* – оселя, середовище; *systema* – об'єднання) – сукупність організмів і неорганічних компонентів зовнішнього середовища, в який може здійснюватися кругообіг речовин. Це відкрита система, що може існувати лише за умови надходження енергії ззовні. Так, енергія Сонця, проходячи крізь живу оболонку нашої планети, утворює своєрідний потік. Кожний живий організм одержує її прямо або в трансформованому вигляді, а потім передає іншим організмам, або ж енергія розсіюється в зовнішньому середовищі у вигляді тепла, яке вже не може бути засвоєне живими організмами.

Близьким до поняття “екосистема” є поняття **біогеоценоз** (гр. *bios* – життя, *ge* – земля, *koinos* – спільний), однак термін *екосистема* вживається на позначення систем будь-якого рангу (у яких відбувається кругообіг речовин), а термін *біогеоценоз* – на позначення ділянок земної поверхні, зайнятих рослинними угрупованнями – фітоценозами. Отже, біогеоценоз – це екосистема, межі якої визначені фітоценозом.

**Екологічна ніша** – місце виду в ланцюгах живлення.

Біотичні взаємозв'язки найчастіше проявляються у формі **трофічних** (гр. *trophe* - їжа, живлення), тобто живлення одного виду іншим. Серед тварин розрізняють **монофагів** (гр. *monos* – один, *phagos* - пожирач), які живляться одним видом їжі, **олігофагів** (гр. *oligos* - незначний), що живляться невеликою кількістю видів, та **поліфагів** (гр. *polys* - численний), які споживають різноманітну рослинну і тваринну їжу. Більшість тварин належить до **консументів** (лат. *consumo* - споживаю), що живляться рослинною або тваринною їжею. Рослиноїдні тварини, або фітофаги (гр. *phytos* - рослина, *phagos* - пожирач), є консументами першого порядку. До консументів другого порядку належать хижі тварини, що живляться рослиноїдними, і паразити останніх. Консументи третього порядку поїдають консументів другого порядку і т. д. Утворюються так звані ланцюги живлення, кількість ланок в яких варіює від трьох до п'яти: консументи першого порядку → первинні хижаки, або консументи другого порядку → консументи третього порядку → консументи четвертого порядку (найбільші хижаки і надпаразити). Наприклад: трав'янисті рослини → заєць → лисиця; рослини → комахи-фітофаги → хижі комахи → паразитичні комахи → надпаразити. Це ланцюги виїдання, або пасовищні; вони розпочинаються фотосинтезуючими рослинами і охоплюють тварин-фітофагів, хижаків та їх паразитів. Існують також детритні ланцюги, або ланцюги розпаду, що починаються з відмерлих решток рослин, трупів та екскрементів тварин і охоплюють детритофагів, їхніх хижаків і паразитів (опале листя → дощові черви → хижі тварини → паразити). Ланцюги живлення не ізольовані один від одного, а тісно переплітаються, утворюючи трофічну мережу.



Серед тварин є й такі, що належать до групи **біоредуцентів** (лат. *reducentis* - відтворюючий), що розкладають мертву органічну речовину і перетворюють її на неорганічну, яку засвоюють продуценти (рослини). **Сапрофаги** (гр. *sapros* - гнилий): живляться рослинними рештками (найпростіші, дощові черви, кліщі та ін.); **некрофаги** (гр. *nekros* - мертвий) поїдають трупи (личинки мух, стерв'ятники, гієни); **копрофаги** (гр. *kopros* - фекалії) живляться екскрементами (личинки мух, жуки-гнойовики). Тварини-біоредуценти, розкладаючи органічні рештки, здійснюють їх мінералізацію. Водночас вони дістають необхідну для життєдіяльності енергію.

## ТЕМА 9. МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТВАРИН РІЗНИХ СИСТЕМАТИЧНИХ ГРУП

### План

1. Класифікація тварин
2. Травна система
3. Видільна система
4. Дихальна система
5. Кровоносна система
6. Нервова система
7. М'язова система
8. Репродуктивна система

### 1. Класифікація тварин

В основу класифікації покладено філогенетичні відносини між тваринами, подібність їх за морфологічними, фізіологічними, екологічними та іншими ознаками. Така класифікація називається систематикою тварин і є одним із розділів зоології.

На Землі налічується близько 1,5 млн. видів тварин, які об'єднують у царство Тварин. До нього входить понад 20 типів, які об'єднують у два підцарства: Одноклітинні і Багатоклітинні. Кожне з цих підцарств поділяють на типи, класи, ряди, родини, роди і види. Багатоклітинні є *двошарові* (губки,

кишковопорожнинні) та *тришарові* (решта). У двошарових під час зародкового розвитку утворюється два шари (зародкові листки): *ектодерма* і *ентодерма*, у тришарових - три зародкові листки: *ектодерма*, *ентодерма* і *мезодерма*. Губки та кишковопорожнинні мають *променево* симетрію тіла; решта багатоклітинних – *двобічну* (*білатеральну*) симетрію. Через тіло променево-симетричних можна провести кілька площин симетрії, а через тіло двобічносиметричних лише одну площину, яка поділяє їхній організм на дві частини, що дзеркально відбивають одна одну. Деякі двобічносиметричні тварини в зв'язку з особливостями способу життя втрачають двобічну симетрію тіла (червоногі молюски, голкошкірі).

Двобічносиметричні тварини за способом утворення рота в період ембріонального розвитку поділяють на *первинноротих* (плоскі й кільчасті черви, молюски, членистоногі) і *вторинноротих* (голкошкірі, хордові). Тварин можна розподілити і за порожнинами тіла. До первиннопорожнинних відносять круглих червів, до вториннопорожнинних – кільчастих червів, голкошкірих та хордових. У молюсків вторинна порожнина редукована, у членистоногих зливається із залишками первинної порожнини тіла, утворюючи порожнину двоякого походження - *міксоцель*.

Наступний таксономічний ранг підцарства – *тип* (гр. *typos* – відбиток, форма, тип) – вища систематична категорія, що об'єднує близькі (споріднені) класи тварин. Організми, які належать до одного типу мають спільний план будови. Часто тип поділяють на вищі ніж класи таксони – *підтипи* – проміжний таксон між класом і типом, що об'єднує ряд класів (напр., підтип безчерепні, личинкохордові, хребетні).

Таксон, що об'єднує ряд класів у межах типу – *надклас* (лат. - *superclassis*). Напр., надклас риб.

**Клас** (лат. *classis*) – систематична категорія, що об'єднує споріднені ряди тварин.

Проміжний таксон між класом і рядом, що об'єднує кілька рядів – *підклас* (лат. - *subgenus*), напр., підклас первозвірі, справжні звірі та ін. Кілька рядів у межах класу може об'єднувати і такий таксон як *надряд* (лат. *superordo*). Таксон

**ряд** (лат. *ordo*) об'єднує споріднені родини тварин. Напр., до ряду горобцеподібні входять родини жайворонкові, ластівкові та ін. Близькі ряди становлять **клас**.

**Родина** (лат. - *familia*) – таксон, що об'єднує споріднені роди. Кількість родів, що входять до складу різних родин коливається від одного до кількох сотень. Великі родини іноді поділяють на **підродини**. Споріднені родини об'єднують у **ряди**.

**Рід** (лат. *genus*) – таксон, що об'єднує близько споріднені, зв'язані спільним походженням, види. Види одного роду схожі між собою морфологічними та ін. особливостями. Кожний рід об'єднує багато або кілька видів, є роди представлені одним видом. Близькі роди об'єднують в родини.

Основною одиницею (таксоном) біологічної систематики є **вид** (лат. *species*) – сукупність особин, які в процесі розмноження дають плодючих нащадків, населяють певний ареал, володіють спільними морфо-фізіологічними ознаками і біологічно ізольовані в природі від інших подібних сукупностей. Вид - генетично замкнута (або генетично стійка) система.

У свою чергу, сукупність організмів одного виду які займають певну територію в межах ареалу виду і мають характерні для них морфологічні, фізіологічні та ін. особливості становлять таксон **підвид** (лат. *subspecies*). Назва підвиду тринарна (складається з трьох слів), з яких перше означає рід, друге – вид, третє – підвид (напр., білка звичайна карпатська - *Sciurus vulgaris carpathicus*).

## 2. Травна система

**Травна система** - сукупність органів, що забезпечують переробку й засвоєння поживних речовин організмом тварини. У більшості найпростіших функції органів Т.с. виконують травні вакуолі (напр., у амеби), а в деяких (напр., у туфельки) є певні ділянки, через які вводиться їжа та виводяться відходи.

У примітивних багатоклітинних (губок, війчастих червів) їжа перетравлюється окремими клітинами. У кишковопорожнинних Т.с. представлена різноманітними гастральними (травними) порожнинами. У багатьох безхребетних (червів, молюсків, членистоногих) Т.с. має вигляд

трубки, що з'єднана із зовнішнім середовищем ротовим і анальним отворами, та диференційована на передній, середній і задній відділи. У хребетних будова Т.с. ускладнюється: передній відділ травної трубки диференціюється на ротову порожнину, глотку і стравохід. З середньої частини травної трубки утворюються шлунок, тонка кишка, печінка і підшлункова залоза, а із задньої - товста кишка і пряма кишка з анальним отвором.

Сукупність процесів, що забезпечують механічну і хімічну обробку їжі в організмі тварини, в результаті чого складні хімічні речовини перетворюються на прості, що легко засвоюються організмом – називається *травлення*. Розрізняють Т.:

- *внутрішньоклітинне* (перетравлення їжі всередині клітин, часто в травних вакуолях; характерне для найпростіших, частково для губок, кишковопорожнинних, вийчастих червів і деяких молосків);

- *позаклітинне* (перетравлювання їжі в особливих порожнистих органах (травній системі) на значній віддалі від клітин, що секретують ферменти; характерне для хребетних і більшості безхребетних. Воно завершується пристінковим (мембранним) травленням і всмоктуванням);

- *позакишкове* (перетравлювання їжі (здобичі, жертви) поза кишечником тварини, відригнутою або впорскнутою в неї слиною і травним соком; властиве для деяких комах (тарганів, хижих турунів, жуків-плавунців) і павукоподібних).

Сприймають хімічні (смакові) подразнення *органи смаку*. У багатьох безхребетних вони є також органами нюху і розташовані всередині стравоходу, на щупальцях, антенах, ротових придатках, лапках ніг.

У хребетних С.о. представлені смаковими сосочками, що розташовані головним чином на язиці, у ротовій порожнині і в глотці, а також можуть бути (напр., у кісткових риб) на губах, вусиках, зябрах, плавцях і по всій поверхні тіла.

### 3. Видільна система

**Видільна система, або екскреторна система** – система органів, основна функція яких зводиться до виведення з організму лишків води, кінцевих продуктів обміну, солей та отруйних речовин. В одноклітинних виділення здійснюється шляхом дифузії або скоротливою вакуолею. У губок, кишковопорожнинних і голкошкірих продукти обміну виділяються всією поверхнею тіла. У нижчих червів видільну функцію виконують протонефридії, у кільчастих червів - метанефридії, у комах - мальпігієві трубочки, у ракоподібних - антенальні і максиллярні залози, у безчерепних (ланцетника) - нефридії. У хребетних формується парний орган виділення - нирки. В еволюційному ряді хребетних, як і при індивідуальному розвитку вищих хребетних, спостерігається поступова зміна трьох типів нирок - пронефроса, мезонефроса і метанефроса.

### 4. Дихальна система

**Дихання** - сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують надходження в організм кисню, використання його клітинами й тканинами для окислення органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів) і виділення з організму вуглекислого газу. Д. забезпечує організм необхідною для його життєдіяльності енергією. Одноклітинні та найпростіші багатоклітинні тварини дихають через усю поверхню тіла (*дифузне Д.*). У більшості інших тварин є спеціалізовані дихання органи (зябра, трахеї, легені).

Органи тварин, за допомогою яких відбувається обмін газів між організмом і навколишнім середовищем наведено на рис. 1. Так, дихання у воді забезпечують зябра (у риб, майже у всіх личинок і деяких дорослих земноводних, у більшості молюсків, окремих членистоногих і деяких червів), а в повітрі — трахеї (у більшості членистоногих) і легені (у більшості дорослих земноводних, у всіх плазунів, птахів і ссавців). Допоміжними органами дихання у тварин є шкіра, плавальний міхур, ротова порожнина, легеневі мішки тощо. Вперше

дихальні органи у вигляді зябр виникли у кільчастих червів. Зябра, легені та плавальний міхур риб розвиваються з випинів переднього відділу кишки.

*Зябра* являють собою тонкостінні вирости тіла з густою сіткою кровоносних судин. З. Поглинають розчинений у воді кисень та виділяють вуглекислий газ. У безхребетних З. Зовнішні – перисті, гребінчасті або нитчасті вирости на різних ділянках тіла. У хордових З. Завжди пов'язані з глоткою. У риб З. – складчасті вирости (зяброві пелюстки) на перегородках між зябровими щілинами (у акул), або безпосередньо на зябрових дужках (у костистих риб).

*Трахеї* - органи повітряного дихання членистоногих (первиннотрахейних, багатоніжок, комах, деяких павукоподібних). Т. представлені тонкостінними розгалуженими хітиновими трубочками, що пронизують тіло тварини і відкриваються назовні отворами - дихальцями, або стигмами.

*Легені* - парний орган повітряного дихання наземних хребетних і деяких риб (дводишні, кистепері, багатопероподібні). У Л. відбувається газообмін між вдихуванням повітрям і кров'ю. У риб і земноводних Л. — лише додатковий орган дихання, оскільки у перших наявні також зябра, а в других важливе значення має шкірне дихання. Це також органи дихання у деяких безхребетних, наприклад, у молосків — частина мантийної порожнини.

## 5. Кровоносна система

*Кровоносна система* - система судин і порожнин, по яких циркулює кров чи гемолімфа. Є два типи К.с.: *незамкнена К.с.* (властива більшості безхребетних) і *замкнена К.с.* (характерна для немертин, кільчастих червів, хребетних). Найпростіша К.с. у немертин, а найскладніша у хребетних. Складовими частинами К.с. в останніх є серце і кровоносні судини (артерії, вени, капіляри) з циркулюючою в них кров'ю. Залежно від способу дихання (зябрами чи легенями) К.с. представлена одним або двома колами кровообігу. У хребетних від К.с. відокремлюється лімфатична система.

Роботою серця або пульсацією судин у кровоносній системі здійснюється кругообіг (рис.2): при зябровому диханні – по одному колу; при легеновому диханні у наземних хребетних по двох колах – великому і малому.

Органами кровоносної системи є серце і кровоносні судини. Процес утворення, розвитку й дозрівання формених елементів крові (клітин крові) називається *кровотворення* або *гемопоез*. У безхребетних кровотворення здійснюється в рідинах, що заповнюють порожнини тіла або безпосередньо в крові, а в хребетних – у кровотворних органах (кістковий мозок, селезінка, лімфатичні вузли, виличкова залоза, нирки, печінка), звідки у кров надходять звичайно зрілі клітини.

## 6. Нервова система

***Нервова система*** - сукупність структур в організмі тварин, що здійснюють взаємозв'язок окремих органів між собою і всього організму з навколишнім середовищем. У процесі еволюції будова і функції Н.с. вдосконалюються. В одноклітинних і нижчих багатоклітинних (губок) Н.с. не розвинена. У нижчих кишковопорожнинних (гідри) є розсіяні в тілі нервові клітини (нейрони) і нервові волокна, що утворюють сітку (дифузну Н.с.). У вільноплаваючих кишковопорожнинних нервові клітини утворюють зв'язані один з одним нервові вузли (ганглії); утворюється дифузно-вузлова Н.с. Кільчастим червам, членистоногим, голкошкірим і молюскам властива вузлова Н.с., нервові клітини якої зосереджені у вузлах, з'єднаних нервовими волокнами між собою, з рецепторами і виконавчими органами. У хребетних розрізняють центральну нервову систему - головний мозок, спинний мозок і периферичну нервову систему. Виділяють також вегетативну нервову систему. Основними структурно-функціональними елементами Н.с. є нейрони, що разом з нейроглією утворюють нервову тканину. В основі діяльності Н.с. лежать рефлексі. Головні процеси, що відбуваються в Н.С. – збудження і гальмування. Основна тканина нервової системи (*нервова тканина*) складається з *нейронів* і *нейроглії*. Н.т. виконує функції сприйняття

подразнень і проведення збудження. В період зародкового розвитку утворюється з ектодерми.

Основна частина нервової системи тварин (*центральна нервова система*) складається з нервових клітин (*нейронів*), з'єднаних відростками у морфо-функціональні структури. У безхребетних ЦНС представлена системою тісно пов'язаних нервових вузлів (*гангліїв*), а в хребетних - головним і спинним мозком. ЦНС утворює єдине ціле з периферичною нервовою системою і через чутливі (*аферентні*) і рухові (*еферентні*) нервові волокна пов'язана з усіма органами і тканинами. Основними функціями ЦНС є сприйняття, переробка, передавання і зберігання інформації про зовнішнє середовище і зміни в органах і тканинах організму, регуляція діяльності всіх його систем і здійснення взаємодії між ними, забезпечення цілісності організму. Функції ЦНС здійснюються за допомогою *рефлексів*, матеріальною основою для яких є *рефлекторна дуга* - сукупність нервових утворів, що здійснюють певний рефлекс. У свою чергу, *рефлекси* - це реакції організму на подразнення, що відбуваються за участю центральної нервової системи. Р. можуть виникати в будь-якому органі у вигляді підсилення чи послаблення його діяльності. Розрізняють Р. *безумовні* - природжені та *умовні*, що виробляються в процесі життя.

Складними безумовними рефlekсами є *інстинкти* - сукупність складних природжених актів поведінки тварин, що виникають у відповідь на дію подразників. Інстинкти поділяють на такі основні групи: *харчові, захисні, статеві, батьківські та групові*. Інстинкт є наслідком еволюції, однією з форм пристосування тварин до умов життя, до виживання і відтворення виду.

*Периферична нервова система*, що є частиною нервової системи хребетних, складається зі спинномозкових і черепномозкових нервів, вегетативних гангліїв, нервових ланцюжків і сплетень, що містяться в органах і тканинах організму і сполучені з головним і спинним мозком. Основною функцією П.н.с. є передача нервових імпульсів.

*Вегетативна нервова система* хребетних тварин - рефлекторно регулює діяльність внутрішніх органів, залоз,



кровоносних і лімфатичних судин, органів чуття, гладеньких і частково поперечносмугастих м'язів, а також обмін речовин в організмі. В.н.с. складається з вегетативних центрів головного мозку і спинного мозку, периферичних нервових вузлів і нервових волокон. Поділяється на симпатичну і парасимпатичну нервові системи.

У високорозвинених тварин нервовій регуляції підпорядкована *гуморальна регуляція* – координація процесів життєдіяльності в організмі через кров, лімфу і тканинну рідину за допомогою біологічно-активних речовин (здебільшого гормонів).

## 7. М'язова система

**М'язова система** - сукупність м'язів (мускулів), що здійснюють переміщення тіла в просторі, зміщення одних його частин відносно інших, фіксацію їх положення, рух шкіри і т.д. Найпримітивніші м'язи у кишковопорожнинних (ще не відособлені від клітин епітелію). У червів, моллюсків і членистоногих вони повністю відокремлені і диференціюються на гладенькі (непосмуговані) і поперечносмугасті (посмуговані). У хребетних розрізняють *соматичні* (скелетні) М., що закріплюються на скелеті, *вісцеральні* М., що містяться у стінках трубчастих внутрішніх органів, і М. *серця*. Роботу М. регулює нервова система. Основну масу м'язів становить м'язова тканина, що характеризується здатністю до скорочення. Розрізняють М.т. *посмуговану*, *непосмуговану* (гладеньку) та з *подвійною косою посмугованістю*. Посмугована М.т. поділяється на скелетну і серцеву.

## 8. Репродуктивна система

**Статеве розмноження** – спосіб розмноження організмів, при якому нова особина розвивається із зиготи, яка виникає внаслідок злиття чоловічої та жіночої/статевих клітин (гамет). С.р. властиве представникам усіх типів тварин. Характерною формою С.р. в одноклітинних є постійне (копуляція) або тимчасове (кон'югація) злиття двох клітин, при якому відбувається обмін ядерною речовиною та цитоплазмою.

Розрізняють три форми С.р.: *ізогамію*, *анізогамію* та *оогамію*. Особливою формою статевого розмноження є *партеногенез*, при якому нова особина розвивається із незаплідненої яйцеклітини чи рідше із сперматозоїда.

Відмінність між самцями і самками у роздільностатевих видів, що стосується головним чином будови статевих органів, а також вторинних статевих ознак, безпосередньо не зв'язаних з актом розмноження (напр., більші розміри самців, ніж самок, наявність рогів у самців і відсутність їх у самок, яскравіше забарвлення певної статі і т.д.) – носить назву *статевий диморфізм*.

Органи, в яких утворюються статеві клітини - *гамети* (яйцеклітини і сперматозоїди) і статеві гормони, вперше з'являються в кишковопорожнинних. Розрізняють чоловічі статеві залози – сім'яники і жіночі С.з. – яєчники. У гермафродитних тварин (напр., цестод, трематод та ін.) в одній і тій же особині розвиваються чоловічі та жіночі С.з. (гермафродитна залоза).

Жіночі і чоловічі статеві органи можуть бути розміщені в одній особині (*гермафродити*) або у різних особин - самця і самки (*роздільностатеві тварини*). До С.о. належать статеві залози (гонади), статеві протоки (сім'япроводи і яйцеводи), додаткові утвори (різні залози, сім'яні сумки, сім'яприймачі, пристосування для виношування зародків) та копулятивні органи. Складність будови С.о. у різних груп тварин неоднакова. Губки відокремлених С.о. не мають: статеві клітини (сперматозоїди і яйцеклітини) у них розвиваються в мезоглеї відповідної особини. Найпростіші С.о. у кишковопорожнинних представлені лише статевими залозами. В процесі еволюції хребетних іде ускладнення С.о.

Деяким тваринам властиве *нестатеве розмноження* (*вегетативне*), при якому організм утворюється з частини материнського. Вегетативне розмноження тварин здійснюється поділом (найпростіші), пупкуванням (найпростіші, губки кишковопорожнинні та ін.) та фрагментацією (крайній вираз регенерації, коли із частини організму відтворюється цілий організм – черви, морські зірки).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Біологія : навч. посіб. За ред. В. О. Мотузного. К. : Вища шк., 2007. 622 с.
2. Біологія : навч. посіб. За ред. Ю. І. Бажори. Одеса : Пресс-кур'єр, 2012. 272 с.
3. Борисова Г. Г., Малева М. Г., Чукина Н. В. Растения и стресс : курс лекций. Екатеринбург : Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, 2008. 267 с.
4. Будзанівська І. Г., Шевченко Т. П., Коротєєва Г. В. та ін. Вірусологія: підручник. К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. 351 с.
5. Вахненко Д. В., Гарнизоненко Т. С., Колесников С. И. Биология с основами экологии. Учебник для вузов / Д.В. Вахненко, Т.С. Гарнизоненко, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 448 с.
6. Гайченко В. А., Царик Й. В. Екологія тварин : навчальний посібник. К. : Ліра-К, 2016. 246 с.
7. Данилов Р. К., Боровая Т. Г. Гистология, эмбриология, цитология: учебник. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. 397 с.
8. Дзержинський М. Е., Скрипник Н. В, Гарматіна С. М. та інші. Загальна цитологія та гістологія. Частина І: Загальна цитологія: Навчальний посібник. К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. 275 с.
9. Зайгайко А. Л. Александрова К. В. Біохімія: підручник. Харків : Форт, 2014. 728 с.
10. Каратєєва О. І. Генетика і селекція поведінки тварин : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2015. 82 с.
11. Кваша В. І., Пилявський Б. Р. Зоологія безхребетних : лабораторний практикум (загальна біологія з основами морфоанатомії) : навч. посіб. для студ. біолог. спец. вищ. пед. навч. закл. Тернопіль : Навчальна книга–Богдан, 2005. 144 с.

12. Коваленко О. А. Стрес та адаптація рослин : курс лекцій. Миколаїв : Видавничий відділ Миколаївського державного аграрного університету, 2020. 71 с.
13. Ковальчук Г. В. Зоологія з основами екології. К. : Університетська книга, 2019. 615 с.
14. Колупаєв Ю. Є. Основи фізіології стійкості рослин: Курс лекцій. Харків : Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, 2010. 121 с.
15. Корж О. П. Основи еволюції: навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 381 с.
16. Куйбіда В. В., Анзіна О. Д. Холоднокровні хордові тварини : посібник для самостійної і дистанційної роботи студ. природ. спец. : [в 2 ч.]. [Ч. 1] Переяслав-Хмельницький, 2016. 225 с.
17. Курта С. А. Природні вуглеводи та полісахариди. Навчальний посібник. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2016. 100 с.
18. Лукашов Д. В., Говорун О. В., Фірман Л. О. Загальна зоологія безхребетних тварин : курс лекцій для студентів природничо-географічного факультету. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2013. 136 с.
19. Люта В. А., Заговора В. І. Основи мікробіології, вірусології та імунології: Навч. посіб. К. : Здоров'я, 2001. 280 с.
20. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. Підручник. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
21. Мацій Н. Ю. Основи біотехнології: підручник для студ. освітнього рівня «Бакалавр». Луганськ : Держ. закл. «Луган. Нац. ун-т імені Тараса Шевченка», 2001. 153 с.

22. Микробиологія. Біологія прокаріотів: Учебник. В 3 т. Том 1. СПб : Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2006. 352 с.
23. Мірутенко В.В. Методичний посібник з курсу “Екологія тварин”. Ужгород, 2014. 40 с.
24. Мотузний В. О. Біологія: Навчальний посібник. За ред. О.В. Костильова. К. : Вища школа, 2012. 751 с.
25. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: Підручник. К. : Либідь, 2005. 808 с.
26. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи : Словник-довідник. К. : Знання. 2002. 550 с.
27. Напханюк В. К., Кузьменко В. А., Заярна С. П., Ульяновцева О. А. Цитологія, загальна гістологія та ембріологія: Практикум: Навч. посібник. За ред. В. К. Напханюка. Одеса : Одес. держ. мед. ун-т, 2002. 218 с.
28. Неведомська Є. О., Маруненко І. М., Омері І. Д. Зоологія : навчальний посібник. К. : «Центр учбової літератури», 2012. 290 с.
29. Петренкова В. П., Кириченко В. В., Черняєва І. М., Чернобай Л. М. та ін. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2012. 320 с.
30. Приседський Ю. Г., Лихолат Ю. В. Адаптація рослин до антропогенних чинників (підручник для студентів спеціальностей біологія, екологія та середня освіта вищих навчальних закладів). ДонНУ імені Василя Стуса. Вінниця : ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017. 98 с.
31. Сердюк В.О. Основи анатомії та фізіології тварин. Навчальний посібник для учнів та вчителів. Київ, 2008. 110 с.
32. Соколов Л. В. Климат в жизни растений и животных. СПб : Изд-во «ТЕССА», 2010. 344 с.
33. Столяр О. Б. Біологічна хімія. Київ : КНТ, 2020. 368 с.

34. Столяр О. Молекулярна біологія. Київ : КНТ, 2019. 226 с.
35. Царик Й. В., Хамар І. С., Дикий І. В. та ін. Зоологія хордових : підручник : для студ. вищ. навч. закл.; за ред. проф. Й. В. Царика. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. 356 с.
36. Чорна Т. М. Мікробіологія : навчальний посібник. Ірпінь : УДФСУ, 2020. 412 с.
37. Шуст І. В., Грубінко В. В., Страшнюк Н. М. Цитологія. Тернопіль : Підручники & Посібники, 2003. 128 с.